41.80

809.

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. **Richard Wettstein**
Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. **Erwin Janchen** und Prof. Dr. **Gustav Klein**
Wien Wien

Band LXXVII, Erstes Heft

Mit 3 Textabbildungen

(Ausgegeben am 1. März 1928)

Nachlaß von Prof. N. Malta

Wien
Verlag von Julius Springer
1928

Preis: S 13,40
RM 8,—

Seite

Klein Gustav und **Bartosch Herma,** Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. V. Der Nachweis von Berberin 1

Klein Gustav und **Schilhab August,** Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. VI. Der Nachweis von Hydrastin 14

Poplawska H., Die Buche in der Krim und ihre Variabilität 23

Werner Othmar, Farbstoffbildung im Blatt bei supramaximaler Temperatur. (Vorläufige Mitteilung) 43

Cammerloher H., Javanische Studien II. Kurze Skizzen über Blumenbesuch durch Vögel. (Mit 2 Textabbildungen) 46

Schussnig Bruno, Die Reduktionsteilung bei *Cladophora glomerata.* (Mit 1 Textabbildung) 62

Besprechungen 68

Beck-Mannagetta G., Neue Grünalgen aus Kärnten. — Braun-Blanquet J. unter Mitwirkung von H. Jenny, Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. — Dillewijn C. van, Die Lichtwachstumsreaktionen von *Avena.* — Eriksson J., Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. — Fehse Fr., Einige Beiträge zur Kenntnis der Nyktinastie und Elektronastie der Pflanzen. — Gams H., Von den Follatères zur Dent de Morcles. — Handel-Mazzetti H., Systematische Monographie der Gattung *Leontopodium.* — Hofmann E., Der Ausdruck optimalen Lichtgenusses im Blattbau der Pflanze. — Klein G., Die Elektrizität im Dienste des Gartenbaues. — Meinecke Th. d. J., Die Kohlenstoffernährung des Waldes. — Ripper A., Vorlesungen über theoretische Mikrobiologie. — Schnarf K., Embryologie der Angiospermen. — Schneider C., Wintergrüne Gärten in Mitteleuropa. — Stoklasa J., Biochemische Methoden auf dem Gebiete der Pflanzenhygiene. — Walter H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. — Wettstein R., Die Geschichte einer Gartenpflanze. — Wolff H., *Umbelliferae-Apioideae-Ammineae-Carinae, Ammineae novemjugatae* et *genuinae.* — Ziegler A. und Branscheidt P., Pollenphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstsorten in Bayern und ihre Bedeutung für den Obstbau.

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw. 77
Fünfte internationale pflanzengeographische Exkursion. — Institut international d'Agriculture. — Botanikertagung in Bonn a. Rh. Pfingsten 1928.

Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw. 79
Neuere Exsikkatenwerke.

Personalnachrichten 80

809

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. **Richard Wettstein**
Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. **Erwin Janchen** und Prof. Dr. **Gustav Klein**
Wien Wien

Band LXXVII

Mit 28 Textabbildungen

Nachlaß von Prof. N. Malta

Inv. 1935: 1014.

Wien
Verlag von Julius Springer
1928

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/plant-systematics-and-evolution_1928_77_1

Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze

V. Der Nachweis von Berberin

Von

Gustav Klein und **Herma Bartosch** (Wien)

Nachlaß von Prof. N. M

Das Berberin ist wohl eines der augenfälligsten Alkaloide, da es in vielen Fällen schon durch die Gelbfärbung der entsprechenden Gewebe, in denen es enthalten ist, zu erkennen ist. Es bildet außerdem schöne kristallisierende Salze (z. B. Nitrat, Chlorid, Sulfat) und andere Verbindungen, sodaß schon verschiedene Nachweise dieses Alkaloids in der Pflanze durchgeführt wurden. Trotzdem sind die Angaben über das Vorkommen in verschiedenen Pflanzen und die Verteilung in den Organen noch recht divergent. MOLISCH[1] gibt z. B. an, daß er Berberin in den Blättern mit alkoholischer Jodtinktur nachweisen konnte, während nach anderen Mikroanalysen (TSCHIRCH)[2] Berberin in den Blättern gänzlich fehlt.

Bemerkenswert ist, daß das Berberin in ganz verschiedenen Familien vorkommt. MOLISCH[1] gibt folgende Zusammenstellung:

Caesalpineae: *Geoffroya jamaicensis* (Rinde)

Rutaceae: *Xanthoxylon clava Herculis* (Rinde), *Toddalia aculeata*, *Evodia glauca* und *meliifolia* (Rinde), *Orixa japonica* (Rinde).

Anonaceae: *Coelocline polycarpa* (Rinde).

Berberidaceae: *Berberis vulgaris* und andere *Berberis*-Arten, *Mahonia Aquifolium*, *Nandina domestica*, *Leontice thalictroides*, *Podophyllum peltatum*(?), *Hydrastis canadensis*.

Menispermaceae: *Coscinium fenestratum*, *Chasmanthera cordifolia*.

Ranunculaceae: *Xanthorhiza apiifolia* (Wurzel), *Coptis trifolia*.

Seither bezeichnete TSCHIRCH[2] *Geoffroya jamaicensis* und *Jeffersonia diphylla* als berberinfrei.

Im Folgenden wird sich ergeben, daß wir auch in manchen anderen der genannten Pflanzen Berberin nicht finden konnten.

Interessant sind auch die chemischen Beziehungen des Berberins zu den anderen Diisochinolinderivaten, zu Canadin und Hydrastin, mit denen es in *Hydrastis* gemeinsam vorkommt, ebenso mit den *Corydalis*-Alkaloiden, dem Protopin der Papaveraceen und den Colombo-Alkaloiden.

Jedenfalls dürfte eine zusammenfassende Durchprüfung der vorhandenen Angaben über Berberinvorkommen und -verteilung in *Berberis vulgaris* und den anderen in der Literatur angeführten Pflanzen erwünscht sein, da manche dieser Angaben zwar nicht widerlegt, aber doch angezweifelt wurden.

Vor allem wurden die in der Literatur angegebenen Reagentien auf Berberin mit reiner Substanz durchgeprüft, ihre Empfindlichkeit festgestellt und ihre Verwendbarkeit für den histochemischen Nachweis erprobt.

Salpetersäure[2,6]: Schon BOEDECKER[3] gab im Jahre 1848 diese Reaktion an und erhielt als Reaktionsprodukt gelbe Fächer und Nadeln. ZIMMERMANN[4] führte diese Reaktion im Schnitt durch und ebenso HERMANN[5] nach vorheriger Benetzung mit Alkohol. BEHRENS-KLEY[7] verwendete Kaliumnitrat in einer Lösung von Berberinsulfat und bekam dasselbe Reaktionsprodukt.

Wir haben nun Versuche mit reiner wässeriger, bzw. alkoholischer Alkaloidlösung und 2%iger Salpetersäure angestellt und sind zu folgenden Resultaten gekommen: In stärkerer Konzentration (1 : 5000) tritt augenblicklich eine reichliche Fällung von intensiv gelben Doppelbüscheln und schmalen Nadeln auf; in größeren Verdünnungen bilden sich erst nach einiger Zeit Kristalle. Die Erfassungsgrenze liegt in wässeriger Lösung bei 0,7 γ, in alkoholischer Lösung bei 2,5 γ. Bemerkenswert ist, daß sich die Erfassungsgrenze wesentlich verschiebt, wenn man die Präparate in der feuchten Kammer aufstellt. So erhielten wir in wässeriger Lösung statt 0,7 γ den Wert von 2,5 γ (merkliche Wasserlöslichkeit des Berberinnitrats).

Salzsäure[1,8] (2%): lieferte ganz ähnliche Nadelbüscheln wie Salpetersäure, doch ist diese Reaktion weniger empfindlich. Die Erfassungsgrenze liegt bei 2,5 γ und in der feuchten Kammer bei 5 γ.

Schwefelsäure[1] (2%): gibt ebenfalls gelbe Nadeln und weist eine Erfassungsgrenze von 5 γ in wässeriger Lösung auf, die in feuchter Kammer auf 1 γ steigt (Unlöslichkeit des Sulfates im Wasser).

Kaliumbromid[6,7] (10%): gibt beim langsamen Abdunsten unter Deckglas schöne, lichtgelbe Nadeln (1,2 γ).

Kaliumjodid[7] (10%): ist trotz seiner Empfindlichkeit (0,3γ) wenig empfehlenswert, da bei stärkerer Verdünnung das Reaktionsprodukt schwer von reinem auskristallisiertem Jodkali zu unterscheiden ist. Fast genau so verhält sich

Natriumjodid[7] (Erfassungsgrenze 1 γ).

10% Jodkali + Wasserstoffsuperoxyd[7] gibt gelbe, sternförmige Nadeln, die sich aber sehr leicht zu Klumpen zusammenballen (Erfassungsgrenze 1,2 γ).

Kaliumjodid 10% + Kaliumnitrit[7] 4% reagiert mit Berberin-

lösung wie Jodkali allein, doch ist dieses kombinierte Reagens etwas weniger empfindlich.

Natriumchlorid[7] 5% gleicht in seiner Reaktionsweise dem Kaliumbromid, doch ist es nicht so empfindlich (5 γ).

Die Aceton-Methode[6] nach Gordin[9] hat keine wesentliche Bedeutung. Molisch weist bereits auf die Unsicherheit der Resultate hin. Führt man die Reaktion nach den Angaben Bauers[10] durch, so erhält man eine Fällung von kleinen, körnchenförmigen oder warzigen Kristallaggregaten. Die Empfindlichkeit erwies sich als sehr gering, die Erfassungsgrenze liegt bei 20 γ.

Pikrinsäure[7] 0,3% wässerig und alkoholisch, ist nicht zu empfehlen, da Prikrinsäure selbst in ganz verschiedenen Formen auskristallisiert und eine eindeutige Unterscheidung vom Reaktionsprodukt unmöglich ist.

Pikrolonsäure[11] (0,2% alkoholisch) gibt nach A. Mayrhofer mit 1%iger Berberinlösung reichliche verzweigte Kristalle und Sternchen mit ineinander verflochtenen, dünnen Fäden. Die Reaktion blieb aber an Empfindlichkeit, besonders beim Nachweis im Pflanzenextrakt weit hinter anderen zurück. Auch die Unterscheidung von reiner, auskristallisierter Pikrolonsäure und dem Reaktionsprodukt ist nicht gerade leicht!

5% Kaliumferrocyanid[7] gibt eine gelbe flockige Fällung; am Rande des flockigen Niederschlages entstehen Kügelchen, in heißen Lösungen faserige und stachelige Nadelkugeln. Diese Reaktion ist sehr wenig empfindlich und charakteristisch. Ganz ähnlich verhält sich 5% Kaliumferricyanid[7].

5% Kaliumbichromat[7] bildet zuerst als Reaktionsprodukt eine amorphe, gelbe Fällung, aus der nach einiger Zeit platte, gelbe Nadeln auskristallisieren, die zu Sternen verwachsen. Auch diese Reaktion ist sehr wenig empfindlich (20 γ).

10% Platinchlorid[7]. In einer Lösung von Berberinsulfat bildet sich nach Zusatz von Platinchlorid (freilich nur bei höherer Konzentration) ein feiner kristallinischer Niederschlag, der in heißem Wasser löslich und daraus in kleinen Nadeln kristallisierbar ist. Ganz ähnliche Reaktionen erhält man mit Platinbromid, Platinjodid und Kaliumquecksilberjodid.

Perchlorsäure, Jodsäure 5% und Bromwasserstoffsäure (konz.) geben in Lösungen 1 : 1000 überkreuzte Nadeln und Sternchen, die aber bereits in Verdünnungen 1 : 10000 ausbleiben.

Über die Verwendungsmöglichkeit der Reagentien Jodtinktur[1] (10% alkoholische Jodlösung) und Jodjodkali[12] (siehe Molisch, Mikrochemie, 1923, S. 18) läßt sich folgendes sagen:

Molisch gibt an, daß Schnitte durch den Stengel oder die Wurzel

von *Berberis vulgaris*, mit „nicht zu verdünnter" Jodtinktur behandelt, sich fast momentan in der Rinde mit einer Unzahl brauner oder schwarzbrauner Kristallnadeln, Nadelsterne, Dendriten, Klümpchen oder Warzen bedecken und stellt so die Verteilung in der Pflanze fest. Nach seinen Angaben ist diese Reaktion weitaus empfindlicher als die vorher erwähnten.

Nun gab diese Reaktion auch bei Organen (Blättern) positive Reaktion (siehe S. 1), wo weder makro- noch mikrochemisch (S. 7) Berberin gefunden werden konnte.

Eine genaue Nachprüfung mit 1-, 3-, 5- und 10%iger Jodtinktur ergab: Alkoholische Berberinlösung (1 : 1000) gibt mit allen genannten Konzentrationen der Jodtinktur sofort reichliche, schwarzbraune Fällung, die bei stärkerer Vergrößerung eine reichliche Ausscheidung von reinem Berberin in gelben Nadeln und Büscheln und ein Berberin-Jodprodukt (dunkelbraune, verzerrte Nadeln, vereinzelt und gekreuzt) zeigt. Diese Reaktion gelingt bis zu einer Berberinverdünnung 1 :150,000. Mit wässeriger Berberinlösung erhält man ebenfalls eine dichte schwarzbraune Fällung, die alle von Molisch angegebenen Formen zeigt. Die Kristalle sind, wenigstens größtenteils, reines Jod, da sie ebenso mit Jodtinktur und Wasser allein auftreten. Schöne Kristalle erhält man, wenn man Wasser und Jodtinkturtropfen erst durch Auflegen des Deckglases zusammenbringt. Die Form der Kristalle stimmt mit der bei der Sublimation von Jod erhältlichen überein. Diese Kristalle treten auch auf, wenn man wasserhaltige Schnitte von Pflanzen, die bestimmt berberinfrei sind, mit Jodtinktur behandelt, z. B. Sprosse von *Pelargonium* und *Allium cepa*. Maßgebend ist nur der Wassergehalt.

Auf das Gewebe angewendet, ergab sich folgendes: Trockene Schnitte aus dem Phloëm von *Berberis* geben, nach vorherigem Befeuchten mit Alkohol, mit Jodtinktur die obenbeschriebene schöne Fällung von Berberin und Jodberberin. Trockene oder alkoholbefeuchtete Schnitte aus Blatt, Borke und Mark von *Berberis* geben mit Jodtinktur keine Fällung, wohl aber Jodfällung, wenn sie vorher mit Wasser durchfeuchtet wurden. Auch Schnitte von frischen, wasserhaltigen Blättern geben diese Jodfällung. Hingegen geben Alkoholextrakte aus Blatt, Borke und Mark mit Salpetersäure, Kaliumbromid, Jodjodkali und Jodtinktur nie eine Fällung. Jodtinktur ist also als Reagens nur im alkoholdurchtränkten Schnitt oder im alkoholischen Extrakt verwendbar, da es bei Wassergehalt zu irreführenden Jodfällungen führt.

Was die Reaktion mit Jodjodkali betrifft, ist zu bemerken, daß sie sich im alkoholischen Extrakt glänzend bewährt. In wässeriger Lösung bilden sich perlenschnurartige Gebilde, die nicht viel besagen, auch liegt die Erfassungsgrenze erst bei 2,5 γ. In dieser entsprechenden Verdünnung tritt nur mehr eine geringe amorphe Fällung auf. Bei ge-

ringerer Zugabe von Jodjodkali zur alkoholischen Lösung bilden sich gelbe bis weiße Kristalle, meist zangenförmig überkreuzt. Diese Reaktion ist sehr empfindlich und charakteristisch. Die Erfassungsgrenze liegt bei 0,6 γ. Auch im Gewebe erweist sich dieses Reagens als sehr geeignet und ist daher den übrigen vorzuziehen.

Nachweis des Berberins im Schnitt

Das Berberin läßt sich aus dem Schnitt am Objektträger wohl mit Wasser oder Alkohol herauslösen, bildet aber keine Kristalle, sondern nur eine gelbe Zone, die beim Eindunsten zähflüssig wird. Bessere Resultate erhält man, wenn man das Gewebe mit schwefelsäurehältigem Wasser (1 bis 2 Tropfen konzentrierter H_2SO_4 auf 10 ccm Wasser) versetzt. Es bilden sich dann charakteristische Sulfatkristalle von gelber Farbe. Daneben treten auch andere farblos kristallisierende Stoffe auf, die sich aber durch ihren Schmelzpunkt wesentlich von den Berberinkristallen unterscheiden.

Der Nachweis im Schnitt gelingt sehr schön in den Gewebsteilen, die größere Mengen des Alkaloids enthalten. So erhält man im Phloem der Hauptwurzel, der Seitenwurzeln und des Stammes von *Berberis vulgaris* reichliche Fällung mit Jodjodkali, Bromkali und Salpetersäure. Die Reaktion im Schnitt tritt viel rascher und im größeren Maße ein, wenn man das Gewebsstück vorher mit Alkohol befeuchtet. So gibt das Xylem des Stammes von *Berberis Lycium* eine äußerst reichliche Fällung mit den drei eben genannten Reagentien, während hier und auch im Xylem des Stammes und der Wurzel von *Berberis vulgaris* die Fällung des Berberins ohne vorherige Benetzung mit Alkohol eine relativ geringe ist. Überhaupt gelingen schöne Kristallreaktionen am Schnitt nur dort, wo reichlich Berberin vorhanden ist.

Gut verwendbar waren die Reaktionen am Schnitt noch bei *Hydrastis canadensis*, *Xanthoxylon Bossua*, bei *Berberis lucida* und *canadensis* und *Mahonia aquifolium* und *pinnata*.

Sublimation

Bei der Sublimation von reiner Substanz ergab sich ein Optimum bei 240°. Das Sublimat liefert nach Zusatz von 2% Salpetersäure die für dieses Reagens charakteristischen Kristalle. Berberin aus dem Gewebe zu sublimieren, ist uns trotz verschiedener Abänderungen der Versuchsbedingungen nicht gelungen. Auch aus dem eingedampften Extrakt ließ sich Berberin nicht heraussublimieren. Es ergab sich nach Aufschluß mit $Ca(OH)_2$ bei einer Temperatur von 250° wohl ein Sublimat, das aber nur Fett, eventuell Zersetzungsprodukte von Berberin

enthielt. Auch das mit Äther entfettete Gewebe ergab kein Berberinsublimat.

Die beste Methode zum Nachweis des Berberins bietet jedoch die:

Extraktion

Zur Extraktion wurden bei alkaloidreichen Geweben etwa 0,1 g, bei Pflanzen und Organen, die schon durch ihre äußerst geringe Gelbfärbung wenig Berberin vermuten ließen, Mengen von 1 bis 2 g verwendet. Diese Menge wurde fein zerrieben, im Mikroextraktionsapparat[13] mit 3 bis 4 ccm Wasser oder Alkohol etwa eine halbe Stunde gekocht und dann abfiltriert. Das Filtrat wurde auf ungefähr 1 bis 1,5 ccm eingeengt und davon verwendeten wir nun 1 bis 2 Tropfen zur Reaktion.

Bei allen Paralleluntersuchungen ergab sich, daß die Reaktion im reinen, wässerigen oder alkoholischen Extrakt vorteilhafter ist als nach Zusatz von KOH oder NH_3 zur Freimachung der Base aus ihrer Salzbindung; es traten im letzteren Falle bedeutend weniger Kristalle auf.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich zum Nachweis des Berberins im alkoholischen Extrakte am besten Jodjodkali, Bromkali und Salpetersäure eignen, im wässerigen Jodkali, Bromkali und Salpetersäure. Mit diesen Reagentien haben wir unsere Untersuchungen hauptsächlich im Extrakt durchgeführt. Im folgenden konnten nur bei einzelnen Species alle Organe überprüft werden, bei vielen standen uns nur einzelne Pflanzenteile zur Verfügung.

Evodia meliifotia	Herbarmaterial (Naturh. Mus.)	Zweig-Blätter	Alkaholische Extrakte	Jodjodkali	0
,,	,,	,,	,,	K Br	0
,,	,,	,,	,,	HNO_3	0
Evodia hortensis	Herbarmaterial (Naturh. Mus.)	Blatt	Alkaholische Extrakte	Jodjodkali	+
,,	,,	,,	,,	K Br	0
,,	,,	,,	,,	HNO_3	+
Orixa japonica	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Stamm Borke + Phloem	wässerige u. alkohol. E.	Jodjodkali K Br, K J HNO_3	0
,,	trocken	Stamm Xylem	wässer. + alkohol. E.	Jodjodkali K Br, K J HNO_3	0
,,*Xanthoxylum Bossua*"*	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Stamm Borke + Phloem	alkohol. E.	Jodjodkali	++++
			,,	K Br	+++
			,,	HNO_3	+++

* Holzstücke aus der Sammlung des Pflanzenphysiolog. Institutes mit dieser Bezeichnung. Eine weitere Identifizierung war nicht möglich.

„*Xanthoxylum Bossua*“*	(Pflanzenphys. Inst.)	Stamm	wässerige E.	K J	+
		Borke +	„	K Br	—
		Phloem	„	HNO_3	+ –
„	„	Stamm	alkohol. +	Jodjodkali	
		5 cm dick	wässerig. E.	K Br, K J	0
		Xylem		HNO_3	
Xanthoxylum clava Herculis	Herbarmaterial (Bot. Inst.)	Zweig	alkohol. E.	Jodjodkali	0
			„	K Br	0
			„	HNO_3	0
„	„	„	wässerige E.	K J	+ +
			„	K Br	0
			„	HNO_3	+
„	„	Blatt + Blattstiel	alkohol. E.	Jodjodkali	– +
				K Br	0
				HNO_3	+
„*Xanthoxylum odontalgicum*“*	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Stamm	alkohol. +	Jodjodkali	
		Xylem	wässerige E.	K Br, K J	0
				HNO_3	
„	„	Stamm	alkohol. E.	Jodjodkali	0
		Rinde		K Br	0
		sekundär		HNO_3	0
„	„	„	wässerige E.	K J	0
				K Br	+ +
				HNO_3	+ +
Xanthoxylum americanum	„	Stamm	alkohol. +	Jodjodkali	
		Xylem	wässerige E.	K Br, K J	
				HNO_3	
Xylopia frutescens	Herbarmaterial (Naturh. Mus.)	Blatt	alkohol. E.	Jodjodkali	
				K Br	
				HNO_3	
„	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Stamm	wässerige +	Jodjodkali	
		Xylem	alkohol. E.	K Br, K J	
				HNO_3	
„	„	Stamm	wässerige +	Jodjodkali	
		sek. Rinde	alkohol. E.	K Br, K J	0
				HNO_3	
Xylopia grandiflora	Herbarmaterial (Naturh. Mus.)	Blatt	alkohol. E.	Jodjodkali	
			„	K Br	
				HNO_3	
„	„	Früchte	„	Jodjodkali	
				K Br	
				HNO_3	
Berberis vulgaris	frische Pflanze	Wurzel	wässerige +	Jodjodkali	
		Borke	alkohol. E.	K J, K Br	
				HNO_3	
„ „	„ „	Wurzel	wässerige E.	Jodkali	+ + – –
		Phloem	„	K Br	+ + + +
			„	HNO_3	+ + – –
„ „	„ „	„	alkohol. E.	Jodjodkali	+ + – –
		„	„	K Br	+ + – –
			„	HNO_3	+ – – –

* Holzstücke aus der Sammlung des Pflanzenphysiolog. Institutes mit dieser Bezeichnung. Eine weitere Identifizierung war nicht möglich.

Berberis vulgaris	frische Pflanze			Wurzel	wässerige E.	K J, K Br	
				Xylem		HNO_3	0
..	„	„	„	„	alkohol. E.	Jodjodkali	+++
					„	K Br	+
						HNO_3	++
„	„	„	„	Stamm	wässerige E.	Bromkali	
				Xylem	„	Jodkali	0
					„	HNO_3	
..	„	„	„	„	alkohol. E.	Jodjodkali	+++
					..	K Br	
					„	HNO_3	++
..	,	„	„	Stamm	alkohol. +	Jodjodkali	0
				Borke	wässerige E.	K J, K Br	0
						HNO_3	0
..	„	„	„	Stamm	wässerige E.	K J	++++
				Phloem	„	K Br	++++
						HNO_3	+++
	„	„	„	„	alkohol. E.	Jodjodkali	++++
						K Br	+++
						HNO_3	+++
.	..	..	..	Mark	„	Jodjodkali	
						K Br	
						HNO_3	
..	..	..	..	Blätter	wässerige +	Jodjodkali	
					alkohol. E.	K Br, K J	
						HNO_3	
..	..	..	..	Blatt-	„	Jodjodkali	
				knospen		K Br, K J	
						HNO_3	
..	..	..	..	Blütenstiel	„	Jodjodkali	
						K Br, K J	
						HNO_3	
..	..	..	..	Blüten	„	Jodjodkali	
						K Br, K J	
						HNO_3	
.	„	„	„	Frucht-	„	Jodjodkali	0
				fleisch		K Br, K J	
						HNO_3	
..	..	..	„	Samen	wässerige +	Jodjodkali	
					alkohol. E.	K Br, K J	
						HNO_3	
..	*cretica*	„	„	Stamm,	„	Jodjodkali	
				Xylem		K J, K Br	
						HNO_3	
..	..	..	„	Stamm	wässerige +	Jodjodkali	
				Phloem	alkohol. E.	K J, K Br	
						HNO_3	
..	..	..	..	Blätter	„	Jodjodkali	
						K J, K Br	
						HNO_3	
..	..	„	„	Blüten	„	Jodjodkali	++++
						K J, K Br	+++
						HNO_3	+++

Berberis lycium	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Stamm 2 cm dick Xylem	wässerige E.	K J	+ + + +	
				K Br	+ –	
				H N O_3	+ + +	
„ „	„	Stamm Xylem	alkohol. E.	Jodjodkali	+ + +	
				K Br	+ +	
				H N O_3	+ +	
„ „	trocken	Stamm Borke + Phloem	wässerige E.	K J	0	
				K Br	0	
				H N O_3	0	
„ „	„	„	alkohol. E.	Jodjodkali	+ +	
				K Br	0	
				H N O_3	+ +	
„ *lucida*	trocken (Pflanzenphys. Inst.)	Zweig Xylem + Phloem	wässerige E.	K J	0	
				K Br	0	
				H N O_3	0	
„ „	trocken	„	alkohol. E.	Jodjodkali	+ + +	
				K Br	0	
				H N O_3	+ +	
„ „	„	Zweig Borke	alkohol. + wässerige E.	Jodjodkali K Br, K J H N O_3	}	
„ „	„	Zweig (Mark)	alkohol. wässerige E.	Jodjodkali K Br, K J H N O_3	} 0	
Berberis canadensis	„	Zweig 3—4 mm dick Borke, Frucht u. Dornen	alkohol. + wässerige E.	Jodjodkali K Br, K J H N O_3	}	
„	„	Zweig, Phloem + Xylem + Mark	alkohol. E.	Jodjodkali	+ + +	
				K Br	0	
				H N O_3	+ +	
„	„	„	wässerige E.	Jodjodkali		
				K Br	0	
				H N O_3	0	
Mahonia pinnata	frische Pflanze	Zweig Borke	alkohol. wässerige E.	Jodjodkali K J, K Br H N O_3	}	
„ „	„ „	Mark	alkohol. wässerige E.	Jodjodkali K J, K Br H N O_3	} 0	
„ „	„ „	Phloem + Xylem	alkohol. E.	Jodjodkali	+ + + +	
				K Br	+ +	
				H N O_3	0	
„ „	„ „	Phloem + Xylem	wässerige E.	K J	+ +	
				K Br	+	
				H N O_3	0	
Mahonia aquifolium	„ „	Stamm Xylem	alkohol. E.	Jodjodkali	+ +	
				K Br	0	
				H N O_3	0	

Mahonia aquifolium	frische Pflanze		Stamm Phloem	wässerige E.	K J	++
					K Br	0
					H N O_3	0
,,	,,	,,	Stamm sek. Rinde	alkohol. E.	Jodjodkali	+
					K Br	0
					H N O_3	0
..	..	..	Stamm sek. Rinde	wässerige E.	K J	0
					K Br	0
					H N O_3	0
,,	,,	,,	Haupt-wurzel Holz	alkohol. E.	Jodjodkali	++
					K Br	0
					H N O_3	0
..	..	,,	Haupt-wurzel Holz	wässerige E.	K J	0
					K Br	0
					H N O_3	++
..	..	,,	Haupt-wurzel sek. Rinde	alkohol. E.	Jodjodkali	+
					K Br	+++
					H N O_3	+
..	..	..	Haupt-wurzel sek. Rinde	wässerige E.	K J	++
					K Br	-
					H N O_3	++
..	,, (Pflanzenphys. Inst.)[7]	,,	Neben-wurzeln	alkohol. E.	Jodjodkali	+
					K Br	+
					H N O_3	+
,,	frische Pflanze		Blatt	alkohol. E.	Jodjodkali	+
					K Br	
					H N O_3	
..	..	..	..	wässerige E.	K J	
					K Br	
					H N O_3	
..	..	..	Blattstiel	alkohol. E.	Jodjodkali	
					K Br	
					H N O_3	
..	..	..	..	wässerige E.	K J	
					K Br	
					H N O_3	
..	,,	,,	Frucht	alkohol. E.	Jodjodkali	0
					K Br	
					H N O_3	
..	..	,,	,,	wässerige E.	K J	
					K Br	
					H N O_3	
*Podophyllum Emodi**	trocken (Pharmokogn. Museum)		Rhizom	alkohol. E.	Jodjodkali	
				wässerige E.	K Br, K J	
					H N O_3	
*Podophyllum peltatum**	,,		,,	,,	Jodjodkali	
					K Br, K J	
					H N O_3	

* Enthält nach KLEIN [14] ein Flavon.

Caulophyllum thalictroides	frische Pflanze *	Stamm	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
„	„	Rhizom	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
„	„	Blatt + Blattstiel	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3	0	
Nandina domestica (Schönbrunn)	frische Pflanze	Zweig (Blatt)	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
„	„ „	Zweig Xylem	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
„	„ „	Zweig	alkohol. E.	Jodjodkali	+ +	
		Phloem + Borke		K Br H N O_3		
„	„ „	Zweig	wässerige E.	K J		
		Phloem + Borke		K Br H N O_3		
„	„ „	Blattstiel	alkohol. + wässerige E.	Jodjodkali K Br, K J H N O_3	0	
Jeffersonia diphylla (botan. Garten)	„ „	Rhizom	„	Jodjodkali K Br, K J N H O_3		
„	„ „	Blattstiel	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
„	„ „	Blatt	„	Jodjodkali K Br, K J H N O_3		
Hydrastis canadensis	trocken	Rhizom	alkohol. E.	Jodjodkali K Br H N O_3	+ + + − + + + + + + + +	
„	trocken	Rhizom	wässerige E.	K J K Br H N O_3	− − + − + + + + + + − +	
„	frische Pflanze	Neben-wurzeln	alkohol. E.	Jodjodkali K Br H N O_3	+ + + + + + + + + +	
„	„ „	Blattstiel	„	Jodjodkali K Br H N O_3	+ + + + + + + + + − + +	
„	„ „	Blatt	„	Jodjodkali K Br H N O_3	+ + + + +	

* In liebenswürdiger Weise von Herrn Prof. Dr. Mihail Guşuleac, Czernovitz, überlassen.

Tinospora cordifolia	Herbarmaterial (Nath.-Mus.)	verschiedene Org.	„	Jodjodkali K Br H N O_3	0
Cocculus lamifolius	frische Pflanze	Zweig, Stamm+ Blatt	„	Jodjodkali K Br H N O_3	0
Coptis trifolia	Herbarmaterial (Bot. Inst.)	Stengel Wurzel+ Rhizom	„	Jodjodkali K Br H N O_3	0
„ „	Herbarmaterial	Blatt	„	Jodjodkali K Br H N O_3	0

Zusammenfassung

Als beste Kristallreaktion auf Berberin haben sich erwiesen: Salpetersäure (2%), Erfassungsgrenze 0,7 γ, Kaliumbromid (10%), Erfassungsgrenze 1,2 γ und Jodjodkali, Erfassungsgrenze 0,6 γ.

Diese Reaktionen geben am Schnitt nur bei größerem Berberingehalt schöne Kristallprodukte, also bei *Berberis vulgaris*, *Berberis lycium*, *Berberis lucida*, *Berberis canadensis*, *Mahonia aquifolium* und *pinnata*, *Hydrastis canadensis* und „*Xanthoxylum Bossua*".

Eine Sublimation von Berberin aus dem Gewebe ist uns nie gelungen.

Die besten Reaktionen erhält man mit wässerigen und alkoholischen Extrakten nach unserer Mikroextraktionsmethode. Danach enthalten reichlich Berberin: *Berberis vulgaris*, *Berberis lycium*, *Berberis lucida* und *Berberis canadensis*, *Hydrastis canadensis*, *Mahonia pinnata* und *Xanthoxylon Bossua*, weniger *Mahonia aquifolium*, *Evodia hortensis*, *Xanthoxylum clava Herculis* und *odontalgicum* und *Nandina domestica*.

Kein Berberin konnten wir finden bei: *Evodia meliifolia*, *Orixa japonica*, *Xanthoxylum americanum*, *Berberis cretica*, *Podophyllum Emodi* und *peltatum*, *Caulophyllum thalictroides*, *Cocculus laurifolius*, *Coptis trifolia*, *Tinospora cordifolia*, *Jeffersonia diphylla*, *Xylopia frutescens* und *grandiflora*.

Bezüglich der Verteilung des Alkaloides über die Pflanze ergab sich: *Berberis vulgaris* führt in Wurzel und Stamm überall Berberin, in Blatt, Blüte und Frucht nicht, *Hydrastis canadensis* in der ganzen Pflanze, *Mahonia aquifolium* überall in der Wurzel, wenig im Stamm und Spuren im Blatt. Von allen anderen Pflanzen standen nur Stamm- oder Zweigstücke zur Verfügung.

Literatur

[1] **Molisch H.:** Mikrochemie der Pflanze, 3. Aufl., 1923, S. 304 ff.
[2] **Tschirch A.:** Handbuch der Pharmakognosie, 1923, **3**, S. 669.
[3] **Boedecker J.:** Annalen der Chemie und Pharmazie, **66**, S. 384. 1848.
[4] **Zimmermann A.:** Die botanische Mikrotechnik, Tübingen, 1892, S. 117.
[5] **Hermann O.:** Nachweis einiger organischer Verbindungen in den vegetativen Geweben. Diss., Leipzig, 1876.
[6] **Rosenthaler L.:** Nachweis organischer Verbindungen, Stuttgart, 1914, S. 702.
[7] **Behrens H.-Kley C.:** Organische mikrochemische Analyse. 2. Aufl., 1922, S. 223 ff.
[8] **Naegeli E.** und **Schwendener D.:** Das Mikroskop, 2. Auflage, 1877, S. 509.
[9] **Gordin H. M.:** Archiv für Pharmazie, **240**, S. 146.
[10] **Bauer K.:** Analytische Chemie der Alkaloide, 1921, S. 265.
[11] **Mayerhofer A.:** Mikrochemischer Nachweis des Hydrastin und Berberin in der Pflanze usw. Pharm. Post, 1914.
[12] **Rosoll A.:** Über den mikrochemischen Nachweis der Glykoside und Alkaloide in vegetabilischen Geweben, 1889/90 (25. Jahresbericht des n. ö. Landesrealgymnasiums zu Stockerau).
[13] **Tauböck K.:** Österreichische botanische Zeitschrift, **76**, S. 50, 1927.
[14] **Klein G.:** Der histochemische Nachweis der Flavone. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturwiss. Klasse, Abt. I. S. **131**, S. 23, 1922.

Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze

VI. Der Nachweis von Hydrastin

Von

Gustav Klein und **August Schilhab** (Wien)

Wie für so manche Alkaloide, ist auch für das Hydrastin sein ganz isoliertes Vorkommen in einer einzigen Pflanzenspezies, in *Hydrastis canadensis*, merkwürdig.

Um so interessanter sind seine chemischen Beziehungen zu einem an ganz anderer Stelle im Pflanzenreich, bei *Papaver somniferum* (besonders im chinesischen Opium), auftretenden Alkaloid, dem Narkotin. Dieses ist ein methoxyliertes Hydrastin und gibt bei der Spaltung ebenso wie Hydrastin Opiansäure. Das andere Spaltprodukt des Narkotins ist Hydrocotarnin oder Cotarnin. Hydrastin und Narkotin sind Isochinolinderivate. Ein weiterer Zusammenhang von *Papaver somniferum* und *Hydrastis canadensis* ist noch durch das der Opiansäure verwandte Mekonin gegeben, das in beiden Pflanzen vorkommt (Freund 1889), mikrochemisch jedoch noch nicht faßbar ist. Auch das gleichzeitig im *Hydrastis*-Rhizom vorkommende Canadin und Berberin zeigen verwandtschaftliche Beziehungen zum Hydrastin und sind von diesem abzuleiten. Ebenso besteht chemische Verwandtschaft mit den *Corydalis*-Alkaloiden, Corydalin, Corylen und Dehydrocorydalin.

Nach Tunmann[1] läßt sich Hydrastin mikrochemisch im Drogenpulver oder Schnitt auf folgende Weise feststellen: Die Droge wird mit H Cl (1 : 10) durchfeuchtet, das Deckglas aufgelegt und Cloroform zugefügt. Während des Abdunstens sollen sich die Hydrastinkristalle als reinweiße Prismen, das Berberin am Rande des Deckglases in gelben Zonen abscheiden.

Da nun Hydrastin aus Chloroform immer als stark lichtbrechende Schollen, niemals aber in Prismen auskristallisiert, so liegt die Vermutung nahe, daß die Prismen nicht vom Hydrastin stammen, sondern daß dieses in den lichtbrechenden Schollen, welche reichlich im Präparat vertreten sind, vorliegt. Bei genauer Nachprüfung mit starker Vergrößerung wiesen die Prismen tatsächlich eine schwachgelbe Färbung auf, während die Schollen, auch die stärksten, die rein weiße Farbe beibehielten. Einwandfrei aber kann man mit dem Mikroschmelzpunkts-

apparat von Klein[2] zeigen, daß die Schollen in diesem Apparat ebenso wie das reine Hydrastin bei 130 bis 132° (132°) schmelzen, während die Prismen alle den Schmelzpunkt des Berberins über 140° (144°) aufweisen.

Grutterink[3] empfiehlt, den Chloroformextrakt der Droge zu teilen und auf zwei Objektträgern einzudampfen. Der eine Rückstand wird mit Wasser aufgenommen, mit Alkali versetzt, das Hydrastin herausssublimiert und im Sublimat mit p-Nitrophenylpropiolsäure als feine Kristallnadeln nachgewiesen (die Sublimation des Hydrastins soll noch eingehender beschrieben werden, siehe dort die Kritik). Der zweite Rückstand wird mit verdünnter Salzsäure aufgenommen, zur Trockene gebracht und mit etwas verdünnter Salpetersäure abgedampft (nicht kochen). Dabei geht die Oxydation und Spaltung des Hydrastins zu Hydrastinin und Opiansäure vor sich. Hierauf setzt man eine geringe Menge 2% NH_3 zu, dampft wieder zur Trockene ein, löst den Rückstand in etwas Wasser und fügt Kaliumpermanganat hinzu. Es bilden sich die charakteristischen Kristalle von Hydrastinin-Permanganat.

Diese Reaktion ist sehr empfindlich, doch ist die Oxydation des Hydrastins zu Hydrastinin umständlich und erfordert schon eine größere Übung in der mikrochemischen Technik.

Mayerhofer[4] weist mit einem Reagens, bestehend aus zwei Teilen wässeriger gesättigter Pikrolonsäure, einem Teil konzentrierten Alkohol und einem Teil Glyzerin, im Schnitt und Drogenpulver von *Hydrastis canadensis* zu gleicher Zeit Hydrastin und Berberin nach. Das Hydrastin kristallisiert in Sternen oder rutenförmigen Büscheln, die aus hellgelben, an den Enden abgebrochen oder gespalten erscheinenden Nadeln bestehen, das Berberin in Sternen mit gelbem Mittelpunkt oder baumartigen Gebilden. Setzt man in zweifelhaften Fällen einen Tropfen einer Mischung von Jodtiktur und Glyzerin in gleichen Teilen zu, so färben sich die Kristalle von Berberin braun bis schwarz, verändern auch oft ihre Gestalt, während die Hydrastinkristalle unverändert bleiben oder höchstens eine stärker gelbe Färbung annehmen. Auf diese Weise können die Berberin- von den Hydrastinkristallen unterschieden werden.

Nicht so leicht aber können die Hydrastinkristalle, besonders wenn sie kleiner sind, von der reinen auskristallisierenden Pikrolonsäure unterschieden werden. Die Kristalle der reinen Pikrolonsäure werden wohl von der Jodglyzerinmischung angenagt und unscheinbar, doch nur dann, wenn sie aus ganz feinen haarförmigen Nädelchen bestehen; stärkere verändern sich aber ebensowenig wie Hydrastin-Pikrolonsäurekristalle, wodurch eine Verwechslung der Hydrastinpikrolonsäurekristalle mit denen der reinen Pikrolonsäure schwer zu vermeiden ist.

Nach Tschirch[5] soll es möglich sein, mittels des Mandelinschen Reagens (Vanadinschwefelsäure) die Verteilung von Hydrastin und Berberin im Zellgewebe und damit auch in den einzelnen Organen der Pflanze kenntlich zu machen; die Partien, welche Hydrastin führen, sollen sich nach Zugabe des

Reagens rosa bis rot färben, während das Berberin in gelben Kristallen ausfallen soll.

Zur Nachprüfung wurde ein nach den Angaben von Johannson (Dissert. Dorpat 1884, Merck, Repert. 1901, S. 41) hergestelltes Reagens verwendet (1 g Ammoniumvanadat auf 100 cm^3 konz. H_2SO_4). Außer den in großer Anzahl auftretenden gelben Berberinkristallen entstanden bei der Reaktion am Schnitt tatsächlich in verschiedenen Nuancen rotgefärbte Partien, die wohl von Hydrastin herrühren können, aber absolut nicht müssen. Denn abgesehen davon, daß die Vanadinschwefelsäure außer mit vielen Alkaloiden auch mit anderen Stoffen eine Färbung gibt, zeigt sie nicht immer dasselbe Verhalten. So zerfließen Stäbchen von reinem Berberin im Reagens mit schmutzigbrauner, teilweise auch mit einer roten Farbe, welche der Farbentönung des reinen Hydrastins mit dem Reagens ganz gleich ist, ohne daß dabei überhaupt Kristalle entstehen. Versetzt man eine Berberinlösung mit Vanadinschwefelsäure, so fallen nach vorübergehender Rotfärbung die Berberinkristalle aus. Ebenso scheint der Wassergehalt im Schnitt eine Rolle zu spielen. Im trockenen Schnitt treten keine Kristalle auf und die Färbung ist schmutzigrot, erst im angefeuchteten entstehen einzelne rotgefärbte Partien, während Berberinkristalle nicht nur auf die gelb gebliebenen Stellen beschränkt sind, sondern auch in Zellen auftreten, welche nach der Färbung Hydrastin führen sollen. Die rot gefärbten Partien liegen hauptsächlich im Periderm und Phloëm, Berberinkristalle ebenfalls im Phloëm, doch sind beide Erscheinungen auch manchmal im Markparenchym zu beobachten, während auch im Phloëm Stellen sind, die nicht rot angefärbt sind. Beim Querschnitt durch die Nebenwurzel beobachtet man die rote Färbung im Phloëm und Markparenchym, so ähnlich auch im Querschnitt durch den Stengel, nur mit dem Unterschied, daß im Stengel die Berberinmenge sehr gering ist. Wie wenig die Farbenreaktion aussagt, beweist der Umstand, daß kleine Schnitte vom Blatt eine rote Zone ringsherum ergeben, eine Erscheinung, die bei jedem Blattstück einer beliebigen Pflanze ebenfalls auftritt (Raspailsche Reaktion).

Obwohl also Hydrastin mit dem Mandelinschen Reagens Rotfärbung gibt, ist die Bestimmung der Verteilung in der Pflanze mit großer Vorsicht aufzufassen.

Wir weisen Hydrastin in Anlehnung an das Makroverfahren von Otto Stass aus der Droge mit einer Mischung von Äther und Petroläther in der Ammoniakkammer auf einfache Weise nach.

Extrahiert man die Droge nach Zugabe einer ganz kleinen Menge konzentrierter Ammoniaklösung mit Äther und Petroläther im Mikroextraktionsapparat[6], so nimmt die Mischung eine gelbe Färbung an (zum Unterschied von *Berberis vulgaris*, das nicht anfärbt) und ein Tropfen davon gibt beim Verdunsten am Objektträger schön ausgebildete Prismen. Zuviel Ammoniak ist zu vermeiden, weil durch das mitgebrachte Wasser Berberin, das wasserlöslich ist, in Spuren mitgehen kann. Läßt man den Extrakt unter einem mit einem ganz kleinen Glassplitter schiefgestellten Deckglas langsam eindunsten, so erhält man am Rande des Deckglases oft so große Kristalle, daß sie mit dem freien Auge sichtbar sind.

Diese Äthermethode läßt sich ohne weiters auch in Drogenpulver und Schnitt selbst durchführen. Man versetzt eine kleine Menge davon mit der Äther-Petroläthermischung und läßt mit oder ohne Deckglas eindunsten. Wesentlich besser noch ist das Resultat, wenn das Eindunsten unter einer Glasglocke geschieht, die ganz mit Ammoniakgas gesättigt ist. Nimmt man das Präparat nach kurzer Zeit heraus und untersucht unter dem Mikroskop, so sieht man rings um das Pulver viele farblose Prismen von Hydrastin und große gelbe Tropfen, aus denen nach längerem Stehen ebenfalls die Hydrastinkristalle nicht im mindesten angefärbt auskristallisieren. Dieses Verfahren bringt das Hydrastin, das sonst immer nur in uncharakteristischen Schollen auskristallisiert, in Kristallform zur Anschauung und gestattet mit einfacher Manipulation und einem Reagens den Nachweis des Hydrastins zu führen, der noch in 0,001 g Droge möglich ist. Daß es sich wirklich um Hydrastinkristalle handelt, kann ganz einwandfrei im Mikroschmelzpunktsapparat gezeigt werden, wo die Kristalle denselben Schmelzpunkt aufweisen wie das reine Hydrastin (130 bis 132°). Ebenso ist die Oxydation dieser Kristalle zu Hydrastinin und Nachweis mit Kaliumpermanganat möglich (mit Pikrolonsäure erhält man dasselbe Bild wie mit reinem Hydrastin).

Will man in demselben Präparate auch Berberin nachweisen, so versetzt man, nachdem die Hydrastinkristalle ausgefallen sind, von einer Seite her mit einer Spur Salzsäure, nachfolgend mit wenig Chloroform und bedeckt diese eine Hälfte mit dem Deckglas, worauf an dieser Stelle das Berberin auskristallisiert. Auf der einen Hälfte ist nun das Berberin, auf der anderen das Hydrastin. Stellt man dann unter dem Mikroskop die Grenze von beiden ein, so sieht man nebeneinander die breiten farblosen Prismen von Hydrastin und die gelben Nadeln von Berberin. Soweit Berberin ebenfalls in Prismen auskristallisiert, sind diese bedeutend kleiner, schlanker und lassen sich besonders durch die Farbe glatt unterscheiden.

Im Extrakt der Droge lassen sich beide Alkaloide zu gleicher Zeit nachweisen, wenn man der Extraktionsflüssigkeit eine Spur Alkohol zusetzt. Es liegen dann durcheinander verstreut oder zu Inseln verdichtet die breiten farblosen Prismen von Hydrastin neben den schlanken, gelben Kristallen von Berberin.

Wendet man diese Abänderung auf die Droge an, so erhält man Sterne, die aus charakteristischen Hydrastinkristallen bestehen und in der Mitte aufgelagert gelbe Berberinmassen, die nur sehr undeutlichen Ansatz zur Kristallisation zeigen. Beide Reaktionen (sowohl im Extrakt als auch in der Droge) schlagen aber fehl, wenn mehr als eine Spur Alkohol verwendet wird.

Es ist nun noch notwendig, zur Sublimation des Hydrastins Stellung zu nehmen.

Nach Tunmann[1] wird etwas *Hydrastis*-Pulver mit Wasser zu einem Brei zerrieben und auf eine Glasplatte glatt gestrichen. Im Sublimat erscheinen gelbe homogene Massen und verschiedene Kristallformen. Vorwiegend kommt es zur Bildung von dendritischen Formen. Diese bestehen aus lauter kleinen Stäbchen und Nädelchen, die, kleine Zwischenräume untereinander lassend, in Reihen perlschnurartig angeordnet sind. Die einzelnen Reihen wieder sind zu sonnen- und büschelartigen Bildungen vereint. Die erhaltenen Kristalle zeigen die Eigenschaften des reinen Hydrastins. Sie zeigen dieselben Farbenreaktionen und geben, mit Chloroform über Nacht unter dem Deckglas liegen gelassen, reinweiße, bis 400 μ große Hydrastinkristalle. Die gelben Sublimationsmassen bestehen aus Berberin, wie sich aus der Reaktion mit Salpetersäure und Jod ergibt. Mit Alkohol und Jodkali soll Berberin und Hydrastin nebeneinander nachzuweisen sein.

Wenn das Sublimat wirklich Hydrastin neben Berberin wäre, so müßte die Oxydation zu Hydrastinin, die ja auch in der Droge selbst möglich ist, und der Nachweis mit Kaliumpermanganat, ebenso ein Umkristallisieren aus Äther möglich sein. Beides ist jedoch nicht der Fall. Rosenthaler[7] gibt genaue Abbildung und Beschreibung des Hydrastinsublimates, betont aber, daß eine Diagnostizierung als Hydrastin oder Berberin nicht möglich ist.

Zur eindeutigen Erkenntnis ist hier wieder der Schmelzpunkt maßgebend. Die Sublimation wurde mit und ohne Vakuum durchgeführt, aufgespalten mit CaO oder KOH und auch unaufgeschlossen. In den meisten Fällen wurde das bei Rosenthaler und Tunmann beschriebene Sublimat erhalten. Durch Aufspaltung mit CaO, ebenso im Vakuum (bei 135 bis 140°) konnte keine wesentliche Änderung erzielt werden. Das Bild blieb sich immer gleich. Nur bei Sublimation der Droge, aufgeschlossen mit KOH, entstanden in kleinen Inseln dornartige verstrickte Spieße, eine Form, die aber nicht immer gelingt. Bei den Schmelzpunktsbestimmungen, die in größerer Anzahl durchgeführt wurden, ergab sich für die gewöhnlichen geformten Kristalle immer ein Schmelzpunkt von 76 bis 81°, die mit KOH erhaltenen Kristalle beginnen bei 176° teilweise wegzusublimieren und schmelzen bei 205° ganz deutlich zu einer bräunlich verkohlenden Flüssigkeit. Abgesehen von diesen Kristallen, kommen im Sublimat neben Fetttropfen noch Schollen vor, besonders bei Umkristallisieren mit Chloroform oder Äther. Diese schmelzen teilweise bei 76 bis 81°, andere aber auch bei 250° noch nicht. Alle die gefundenen Schmelzpunkte stimmen nun auch nicht annähernd mit dem des Hydrastins überein.

Vergleicht man nun das Reaktionsprodukt des Sublimates mit Salpetersäure auf Berberin, mit Alkohol und Jodkali auf Berberin und Hydrastin mit dem Reaktionsprodukt der reinen Substanz, so zeigt sich sowohl ein Unterschied in der Form, besonders aber ein weitgehender im Schmelzpunkt. Das Reaktionsprodukt des Sublimates mit Salpetersäure besteht aus sehr großen, blaßgelben Spießen mit kleinen Spießen

an den Seiten und weist einen Schmelzpunkt von 145° auf. Reines Berberin gibt mit Salpetersäure schlanke, gelbe Kristalle, die bei 200° schwarz werden, ohne auch bei 250° die Gestalt zu verlieren.

Das Sublimat gibt mit Alkohol und Jodkali Kristalle, die wohl dem Reaktionsprodukt des Berberin ähnlich sind, aber auch einen Zersetzungspunkt bei 155° aufweisen, während das Produkt von reinem Berberin mit Alkohol und Jodkali dasselbe Verhalten aufweist wie das von Berberin mit Salpetersäure. Die rein weißen Prismen, die hier auftreten, bestehen aus Jodkali.

Nachdem nun der Schmelzpunkt der Sublimate ebenso wie die angegebenen Reaktionen in keiner Weise übereinstimmen, kann man wohl mit Recht annehmen, daß das Sublimat aus Zersetzungsprodukten oder anderen Substanzen besteht, auf gar keinen Fall aber aus Hydrastin. p-Nitrophenylpropiolsäure gibt wohl mit dem Sublimat aus der Droge kleine Prismen, die jedoch, wie man sich leicht überzeugen kann, beim Eindunsten der Lösung von p-Nitrophenylpropiolsäure allein in derselben Gestalt auftreten. Nachprüfung mit reinem Hydrastin ergab, daß neben unverbrauchten Hydrastinkristallen und in Klumpen ausgefallenen Hydrastinmassen eben die beschriebenen Kristalle der p-Nitrophenylpropiolsäure entstehen. Bei reinem Hydrastininhydrochlorid war dasselbe Bild, nur treten außerdem noch dendritische Formen auf, wie sie ja Hydrastinin beim Auskristallisieren aus alkoholischer Lösung manchmal aufweist. **Ein Nachweis von Hydrastin in der Droge ist also durch Sublimation unmöglich.**

Bei der Oxydation (siehe S. 211) spaltet sich das Hydrastin in Hydrastinin und Opiansäure.

Bei der Reaktion auf Hydrastinin ist vor allem das bereits erwähnte Kaliumpermanganat wegen seiner Empfindlichkeit (0,5 γ) und des charakteristischen Aussehens des Reaktionsproduktes an erster Stelle zu nennen. Die Kristalle, die durch Farbe und Gestalt leicht von denen des reinen Kaliumpermanganates zu unterscheiden sind, verblassen sehr bald, werden gelblich und zerfallen schließlich. Die Reaktion wurde außer mit reiner Substanz auch auf die von Grutterink[3] angegebene Weise in dem zur Trockene eingedampften Drogenextrakt ausgeführt, dann direkt im Gewebe, nachdem dieses mit einigen Tropfen Chloroform ausgelaugt wurde, was der Reaktion im Extrakt gleichkommt.

Außer Kaliumpermanganat sind noch zu nennen:

Pikrinsäure[8] und Pikrolonsäure[4] geben in wässeriger Lösung des Hydrastininhydrochlorids wohl reichliche Fällungen, die aber keine eindeutige Charakterisierung zulassen.

Kaliumbichromat[3] gibt ebenfalls (in stärkerer Konzentration 1 : 100) Kristalle, die aber von reinem Kaliumbichromat schwer zu unterscheiden sind. Kaliumferrozyanid[3] gibt ebenfalls eine wenig brauchbare Reaktion.

Bei der Sublimation im Vakuum gibt Hydrastininhydrochlorid bei 240° einen Belag, der sich nach Umkristallisieren mit Chloroform zu schönen Nadeln umformt. Ein Vergleichssublimat nach Zugabe von CaO ergab einen deutlich dichteren Belag von farblosen, ineinandergreifenden Kristallbüscheln. Das im Vakuum hergestellte Sublimat gibt die Reaktion mit Kaliumpermanganat ohneweiters, während eine auf der Asbestplatte im Ring durchgeführte Sublimation einen dichten Beschlag ergab, der aber die Reaktion mit Kaliumpermanganat nur sehr schlecht zeigte. Da diese Reaktion aber sehr empfindlich ist, muß wohl der größte Teil des Sublimates (ohne Vakuum) ein Zersetzungsprodukt sein.

Zu erwähnen ist noch die starke Fluoreszenz der Hydrastininsalze. Nach Mayerhofer[1] ist die Fluoreszenz noch in Verdünnungen von 1 : 300 Millionen im Fluoreszenzmikroskop wahrnehmbar. Bei einiger Übung gelingt es, die Fluoreszenz in Verdünnung von 1: 100000 z. B. an einem Mikrosublimat mit freiem Auge zu sehen.

Das zweite Spaltungsprodukt des Hydrastins ist die Opiansäure. Nach Behrens-Kley[9] gibt Opiansäure mit Harnstoff und Phenylurethan Reaktionsprodukte. Kocht man reine Opiansäure mit einer Carbamidlösung unter Zusatz eines Tropfens konzentrierter H_2SO_4 wiederholt auf, so scheiden sich nach Erkalten bräunlich federige Kristalle des Ureids ab. Der überschüssige Harnstoff läßt sich mit Wasser wegwaschen und das Reaktionsprodukt bleibt ungelöst zurück.

Phenylurethan (übersättigte Lösung aufgekocht und nach dem Erkalten filtriert) gibt mit Opiansäure unter denselben Bedingungen wie bei der Carbamidreaktion Kristalle, die aber farblos und sonnenförmig angeordnet sind.

Versetzt man nun einen Teil der oxydierten Droge mit 5% Phosphorsäure, welche das Hydrastinin bindet, und sublimiert im Ring oder im Vakuum, so erhält man ein Sublimat, welches den richtigen Mikroschmelzpunkt der Opiansäure von 150° aufweist und mit Carbamid und Phenylurethan die angegebene Reaktion zeigt, wodurch ein eindeutiger Nachweis der Opiansäure gegeben ist.

Nach makrochemischen Analysen ist die Verteilung des Alkaloids in der Pflanze diese[10]: Wurzelstock 3,77%, Nebenwurzeln 1,9%, Sproßachsen und Blattstiele 1,12%, Blattspreiten 0,77% Hydrastin, Mayrhofer[4] fand mikrochemisch ebenfalls den Hydrastingehalt gegen die Sproßteile zu abnehmend.

Auch wir fanden in der Pflanze* Hydrastin reichlich in Wurzelstock und Nebenwurzeln, in Sprossen und Blättern relativ viel weniger.

* Die Pflanzen stammten aus der Arzneipflanzenkultur Korneuburg; Herrn Dozenten Dr. W. Himmelbaur danken wir auch an dieser Stelle für die bereitwillige Überlassung des Materials.

Der Nachweis wurde endgültig mit folgenden Reaktionen geführt:

1. Gewebsstückchen werden mit Ammoniak durchfeuchtet, mit Äther-Petroläther im Mikroextraktionsapparat extrahiert, mit einem kleinen Stückchen Natronlauge versetzt, um die kristallisationshemmenden Stoffe (Chlorophyll und Lipoide) zu verseifen. Tropfen dieser Lösung werden auf dem Objektträger in die Ammoniakkammer eingestellt, bis (nach Stunden) die schönen, farblosen Kristalle von Hydrastin ausgefallen sind.

2. Das feingepulverte und zerriebene Material wird mit verdünnter Salpetersäure zu einem Brei angerührt und bei 60° eintrocknen gelassen. Die rotgefärbte Masse wird mit einem Tröpfchen Phosphorsäure versetzt und auf 80 bis 90° erwärmt. Der schwarze Brei wird im Mikrosublimationsapparat auf 180° erhitzt und zirka eine Viertelstunde gelassen. Neben Tropfen und Körnchen von Zersetzungsprodukten zeigt das Sublimat farblose, dünne Nadeln und verzweigte, oft gebogene, bis 2 mm lange Kristalle der freigemachten Opiansäure, die sich sehr schön abheben und schon an sich ein eindeutiges Bild geben. Sie schmelzen bei 150° und geben mit Harnstoff ein schönes, charakteristisches Ureid.

Zusammenfassend sind als Reaktionen, die entweder durch einfaches Reagens oder leichte Durchführbarkeit der Reaktion das Hydrastin rasch nachweisen lassen, folgende anzuführen:

Hydrastin wird sowohl im Extrakt als auch in Droge und Schnitt mit der angeführten Mischung von Äther und Petroläther in der Ammoniakkammer einfach und sicher nachgewiesen. Mit Vorbehalt kann auch die Pikrolonsäurereaktion angewandt werden.

Nach Oxydation des Hydrastins in und außer der Droge lassen sich auch die beiden Spaltprodukte Hydrastinin und Opiansäure nachweisen.

Hydrastinin liefert mit Kaliumpermanganat eine sehr charakteristische Reaktion von großer Empfindlichkeit, die im Extrakt und Sublimat (im Vakuum) der Droge schön gelingt. Das Sublimat von Hydrastinin zeigt eindeutigen Mikroschmelzpunkt. Auch die Fluoreszenz ist im mikroskopischen Bild noch gut sichtbar.

Opiansäure kann im Sublimat aus der phosphorsauren Probe durch seinen Schmelzpunkt und mit Phenylurethan oder Carbamid nachgewiesen werden.

Zur Prüfung der Verteilung des Alkaloids in der Pflanze wurde das Hydrastin nach der Äther-Petroläthermethode kristallisiert und außerdem nach Spaltung die Opiansäure sublimiert und identifiziert.

Literaturverzeichnis

[1] **Tunmann O.:** Beiträge zur Mikrochemie einiger Wurzeldrogen, **Gehes** Bericht 1912, S. 170.

[2] **Klein G.:** Noch nicht veröffentlicht, siehe **Klein G.:** Mikrochemie, in „Methoden d. Biologie", Springer, Berlin, 1927.

[3] **Grutterink:** Beiträge zur mikrochemischen Analyse einiger Alkaloide und Drogen. Dissertation Rotterdam 1910, S. 78.

[4] **Mayerhofer A.:** Mikrochemischer Nachweis von Hydrastin und Berberin in der Pflanze. Pharmaz. Post. 1914.

[5] **Tschirch A.:** Handbuch der Pharmakognosie, Leipzig 1923, Verlag Tauchnitz, 3. Bd., S. 668.

[6] **Tauböck K.:** Öst. bot. Ztschr., **76**, 50, 1927.

[7] **Rosenthaler:** Berichte der Pharmazeut. Gesellschaft, 1911, 344.

[8] **Rosenthaler** und **Görner:** Ztschr. f. analyt. Chemie, **49**, 347, 1910.

[9] **Behrens-Kley:** Organische mikrochemische Analyse. II. Aufl., 1922, S. 396.

[10] **Wasicky R.** und **Joachimowitz M.:** Arch. d. Pharm., 1917, 497.

Die Buche in der Krim und ihre Variabilität

Von

H. Poplawska (Leningrad)

Die von mir im Laufe der letzten Jahre im Bereiche des Staatlichen Naturreservats[1] vorgenommenen Untersuchungen an den Buchenbeständen veranlaßten mich, der in der Krim wachsenden Buche sowie deren Standortsverhältnissen und Systematik eine erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Die untere Grenze der Buche verläuft hier in der Höhe von 490 bis 500 m ü. M., ihre obere Grenze zieht sich bis zu 1300 bis 1360 m ü. M. hinauf.

Wie die Untersuchungen zeigten, kann diese mit Buchen bestandene Zone in folgende drei Stufen eingeteilt werden:

1. Unterer Buchengürtel ..... 490 bis 600 m ü. M.
2. Mittlerer Buchengürtel ..... 600 „ 1100 „ „ „
3. Oberer Buchengürtel ..... 1100 „ 1365 „ „ „

Jeder von diesen Buchengürteln zeichnet sich durch einen besonderen Wachstumscharakter sowie einige andere ihm eigentümlichen Merkmale aus. Am besten und normalsten ist das Wachstum der Buche im mittleren Gürtel. Hier finden sich die dichtesten Buchenbestände, wobei der Wuchs der Buche am mächtigsten und ihr Stammdurchmesser am stärksten sind; zugleich ist hier bei voller Entwickelung die Stammlänge am größten. Die Buche gedeiht auch recht gut im unteren Gürtel, doch lassen hier Höhe und Stammdurchmesser der Bäume etwas nach und die Stämme pflegen hier kürzer zu sein. Deswegen sehen die Buchenbestände im unteren Gürtel ähnlich wie Parkanlagen aus, während die Buchenstämme des mittleren Gürtels Hochwaldbestände bilden, die das Aussehen endloser Kolonnaden von alten, gleichgewachsenen Stämmen haben.

In den beiden erwähnten Buchengürteln gedeihen die Buchen ausschließlich auf den nördlichen, nordwestlichen und selten auf den westlichen Abhängen. Der Neigungswinkel dieser mehr oder weniger steinigen

[1] Das staatliche Natur-Reservat ist 12 km von der Stadt Aluschta entfernt, im Gebirgsteile der Krim gelegen.

Abhänge beträgt 10 bis 30°. Auf den südlichen Abhängen wächst die Buche ausschließlich an ihrer alleruntersten Grenze, und zwar bloß dort, wo schattige, feuchtere, mehr oder weniger tiefe Tälchen vorhanden sind.

Was den oberen Gürtel betrifft, so ist hier die Buche weit dünnstämmiger, niedriger und zumeist buschig. Dabei sind die Stämme zuweilen krumm, schleifenartig gebogen und in ihren unteren Teilen oft dicht beieinander stehend. Die Buchen des oberen Gürtels dürften also eine besondere ökologische Buchenform (morpha) vorstellen, deren Entstehung an der oberen äußersten Verbreitungsgrenze dem Einflusse ungünstiger, mit der Erhöhung des Standorts verbundener klimatischer Faktoren zu verdanken ist[2]. Es ist beachtenswert, daß im oberen Gürtel Buchenbestände nicht bloß auf den Nord-, sondern auch auf den Südhängen vorzukommen pflegen.

Inwiefern die Höhe der Buchen und ihr Stammdurchmesser mit der Veränderung der Meereshöhe variiert (bei gleichzeitig zunehmender Häufigkeit der buschförmigen Buchen) ist aus folgender Tabelle, die die Gesamtzahl der Stämme von Probeflächen aus verschiedener Höhe über dem Meeresniveau angibt, zu ersehen:

Tabelle 1

Name der Assoziation und Subassoziation	Höhe über dem Meeresniveau	Anzahl der Stämme pro ha	Mittlere Höhe in m	Mittlerer Stammdurchmesser in cm	% der buschförmigen Buchen
1. Fagetum dentariosum typicum	725	240	25	44	0
1. Fagetum dentariosum medium	1060	528	22	28	8,2
1. Fagetum dentariosum alticolum	1200	756	18	25	10,5
2. Fagetum subalpinum	1290	1428	12	15	42,4

Diese Tabelle mag zum Beweis dessen dienen, daß sowohl Wachstumscharakter, als Höhe und Stammdurchmesser der in der Krim gedeihenden Buche mit der Höhe des Standorts über dem Meeresniveau in engem Zusammenhang stehen. Um nun die systematische Stellung der in der Krim auftretenden Buchenarten sowie deren Verhältnisse zu *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* klarzustellen, war ein eingehendes Studium

[2] Näheres über Assoziationen der Buchenbestände im staatlichen Natur-Reservate in meinen Abhandlungen:

1. Poplawska H.: Über die Vegetation des staatlichen Natur-Reservate in der Krim, Moskau 1925.

2. Poplawska H.: Zur Kenntnis der Höhengrenze der Rotbuche in der Krim. Russische Botanische Zeitschrift, 1925. Beides russisch.

des Grades und des Charakters der Variabilität ihrer Hauptunterscheidungsmerkmale erforderlich. Zunächst seien die erhaltenen Resultate hinsichtlich der Buchenblätter angeführt.

In jedem Buchengürtel wurden Blätter von je 50 Bäumen, und zwar von jedem Baume je 50 untere, gut beleuchtete Blätter, hiebei von jedem Kurztriebe zwei bis drei obere, gut entwickelte Blätter gemessen. Folglich sind für jeden Buchengürtel 2500 Blätter und also für die ganze Buchenzone 7500 Blätter gemessen worden. Für jedes Blatt wurden folgende Elemente gemessen und gezählt:

1. die Länge des Blattes, 2. die Breite des Blattes, 3. die Länge des Blattes von der Basis bis zum breiteren Teile, 4. Anzahl der Seitennerven und 5. die Länge des Stiels. Hinsichtlich der Blätter wurden also summa summarum 37.500 Messungen und Zählungen ausgeführt[3].

Die Ergebnisse der Messungen der Blattlänge, mit Angabe der Höhe des Standortes, wo das Material gesammelt wurde, sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 2[4]

Blattlänge

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Buchengürtel (490—510 m)	2500	5,5 — 14,0	8,5	$8,9 \pm 0,02$	$\pm 1,07$	$12,02 \pm 0,17$
2. Mittlerer Buchengürtel (720—780 m)	2500	5,0 — 11,5	7,5	$7,6 \pm 0,02$	$\pm 1,03$	$13,55 \pm 0,19$
3. Oberer Buchengürtel (1300-1365m)	2500	3,5 — 9,5	6,5	$6,6 \pm 0,02$	$\pm 0,79$	$12,00 \pm 0,17$

Aus den in dieser Tabelle vorgeführten Angaben können nachstehende Folgerungen gezogen werden:

1. Innerhalb der Grenzen des Reservats variiert die Blattlänge von 3,5 cm bis 14 cm, wobei die Amplitüde dieses Merkmals im unteren Gürtel den maximalen und auf der Jaila ihr Minimum erreicht, während

[3] Mehrere Messungen und Berechnungen wurden gemeinschaftlich mit dem wissenschaftlichen Mitarbeiter des staatlichen Natur-Reservats N. D. Troitzki, dem ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche, ausgeführt.

[4] Die Buchstaben in den vorgeführten Tabellen heißen: M = Mittelwert, σ = Standartabweichung, V = Variabilitätskoeffizient und m = mittlerer Fehler, der nach den in Johannsens „Elemente der exakten Erblichkeitslehre", 2. Auflage, Jena, 1913, vorgeführten Formeln berechnet wurde.

der mittlere Gürtel eine Amplitüde aufweist, die sich derjenigen der Jaila nähert, aber dennoch etwas größer ist.

2. Der Mittelwert der Blattlänge variiert von 6,5 cm bis 8,5 cm, indem dieser im unteren Gürtel gleich 8,5 cm, in dem mittleren 7,5 cm und in dem oberen 6,5 cm ist. Die mittleren Fehler in der Bestimmung der Mittelwerte zeigen, daß die letzteren als vollkommen zuverlässig betrachtet werden können; es kann also die definitiv geltende Folgerung gezogen werden, daß mit der Erhöhung des Standorts über dem Meeresniveau die mittlere Blattlänge durchwegs abnimmt.

3. Der Variabilitätskoeffizient der Blattlänge ist ebenfalls für jeden Gürtel verschieden; im oberen ($12{,}00 \pm 0{,}17$) und unteren Gürtel ($12{,}02 \pm 0{,}17$) ist derselbe ziemlich gleich, aber offenbar geringer als im mittleren Gürtel ($13{,}55 \pm 0{,}19$). Es mag sein, daß die an der Grenze gegen die Jaila und im unteren Gürtel gedeihenden Buchen gleichmäßiger beleuchtet werden, als die Buchen des mittleren Gürtels, was vermutlich einem lichteren Baumstand im oberen und unteren Buchengürtel zu verdanken ist.

Ich führe nicht die unmittelbaren Ergebnisse der Blattbreitenmessungen an; statt deren ist das Verhältnis der Breite zur Länge des Blattes in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3

Verhältnis der Länge zur Breite des Blattes

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	2500	1,10 — 2,60	1,85	$1{,}89 \pm 0{,}004$	$\pm 0{,}198$	$10{,}47 \pm 0{,}148$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	2500	1,10 — 2,65	1,65	$1{,}70 \pm 0{,}004$	$\pm 0{,}198$	$11{,}65 \pm 0{,}164$
3. Oberer Gürtel (1300–1365 m)	2500	0,85 — 2,20	1,50	$1{,}54 \pm 0{,}002$	$\pm 0{,}138$	$8{,}95 \pm 0{,}126$

Aus dieser Tabelle ergibt sich folgendes:

1. Die Amplitüde dieses Verhältnisses erreicht ihren maximalen Wert im mittleren und ihren minimalen Wert im oberen Gürtel; in dieser Hinsicht unterscheidet sich also dieses Merkmal von demjenigen, das für die Blattlänge festgesetzt wurde.

2. Der Mittelwert des Verhältnisses der Blattlänge zur Blattbreite ist für jeden Buchengürtel verschieden. Er beträgt nämlich für den oberen Gürtel $1{,}54 \pm 0{,}002$, für den mittleren Gürtel $1{,}70 \pm 0{,}004$

und für den unteren Gürtel $1{,}89 \pm 0{,}004$. Wir sehen also, daß mit der Erhöhung des Standortes über dem Meeresniveau das mittlere Verhältnis abnimmt. Je größer dieses Verhältnis, desto schmäler ist das Blatt und umgekehrt, je geringer dessen Wert, desto breiter und abgerundeter wird die Form des Blattes; es folgt daraus, daß die verhältnismäßig am meisten abgerundeten Blätter im oberen Gürtel — an der Grenze gegen die Jaila — und die ausgezogeneren im unteren Gürtel zu suchen sind.

3. Der Variabilitätskoeffizient des Verhältnisses der Blattlänge zur Breite erreicht im oberen und unteren Gürtel seinen minimalen ($8{,}95 \pm \pm 0{,}126$ und $10{,}47 \pm 0{,}48$) und im mittleren Gürtel — seinen maximalen Wert ($11{,}65 \pm 0{,}164$). Wir gelangen also zu ähnlichen Resultaten wie für die Blattlänge.

Um nun die Frage zu beantworten, wie die Form des Blattes der in der Krim wachsenden Buche variiert, d. h. hauptsächlich welcher Teil des Blattes der breiteste ist, habe ich eine Messung des Blattes von der Basis bis zum breiteren Teile vorgenommen; das Verhältnis zwischen dieser Größe und der ganzen Blattlänge kann als ein numerischer Wert dessen dienen, was ich „Koeffizient der Blattform" nennen werde. Wie bekannt, ist die Form der Buchenblätter eines der wesentlichsten Merkmale für die Systematik der Buchenarten. Es wird nämlich angenommen, daß bei *Fagus silvatica* der breitere Teil sich annähernd im mittleren Teile des Blattes und bei *Fagus orientalis* im oberen Drittel des Blattes befindet.

Der Koeffizient der Blattform für die Krim-Buche ist aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen.

Tabelle 4

Koeffizient der Blattform

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	2500	0,38 — 0,88	0,53	$0{,}53 \pm 0{,}0009$	0,03	$5{,}66 \pm 0{,}08$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	2500	0,35 — 0,90	0,57	$0{,}56 \pm 0{,}0009$	0,04	$8{,}39 \pm 0{,}12$
3. Oberer Gürtel (1300—1365 m)	2500	0,34 — 0,96	0,51	$0{,}52 \pm 0{,}0008$	0,04	$7{,}74 \pm 0{,}11$

Es läßt sich aus dieser Tabelle folgendes entnehmen:

1. Die Amplitude der Schwankungen dieses Merkmals erreicht ihren maximalen Wert im oberen und ihren minimalen Wert im unteren Buchen-

gürtel; wir gelangen also zu einem verschiedenen Resultate, als in den vorigen Fällen.

2. Der Koeffizient der Blattform ist im oberen und unteren Gürtel kleiner (0.53 ± 0.0009 und 0.52 ± 0.0008) und im mittleren Gürtel größer (0.56 ± 0.0009). In diesem Falle ist also das Ergebnis der Messungen dasselbe, wie in den vorher beschriebenen Fällen, und zwar daß jedem Buchengürtel ein ihm eigentümlicher, die Blattform charakterisierender Wert zukommt. Im unteren Gürtel findet sich nämlich der breiteste Teil des Blattes im oberen Drittel desselben, im mittleren Gürtel rückt dieser näher zur Mitte des Blattes heran und endlich im oberen Gürtel befindet sich dieser nahe zur Mitte desselben, oder, mit anderen Worten, im unteren Gürtel ist das Blatt umgekehrt eiförmig und im oberen Gürtel erhält es eine regelmäßig elliptische Form.

3. Der Variabilitätskoeffizient der Blattform erweist sich wiederum am kleinsten im oberen und unteren Gürtel ($5{,}66 \pm 0{,}08$ und $7{,}74 \pm 0{,}11$) und am größten ($8{,}39 \pm 0{,}12$) im mittleren Gürtel. Da aus der Vergleichung der bei der Berechnung des Variabilitätskoeffizienten erhaltenen Fehler ersichtlich ist, daß die Differenz zwischen den letzteren einen vollständig realen Wert besitzt, so dürfte diese Folgerung als definitiv geltend betrachtet werden.

Die Anzahl der Seitennerven des Buchenblattes ist in nachstehender Tabelle angegeben.

Tabelle 5

Anzahl der Seitennerven

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	2500	7 — 12	10	$9{,}53 \pm 0{,}019$	$\pm 0{,}95$	$9{,}97 \pm 0{,}14$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	2500	6 — 12	9	$8{,}86 \pm 0{,}022$	$\pm 1{,}10$	$12{,}41 \pm 0{,}17$
3. Oberer Gürtel (1300—1365 m)	2500	5 — 11	8	$7{,}99 \pm 0{,}018$	$\pm 0{,}90$	$11{,}26 \pm 0{,}15$

Aus dieser Tabelle ist folgendes zu schließen:

1. Die Amplitüde der Schwankungen der Nervenanzahl ist im oberen und mittleren Gürtel größer und im unteren Gürtel kleiner: hier ist das Resultat also etwas verschieden von dem vorher erhaltenen.

2. Die mittlere Nervenanzahl schwankt innerhalb der Werte acht (oberer Gürtel) und zehn (unterer Gürtel) und ist also für jeden Gürtel verschieden. Es folgt daraus, daß mit der Erhöhung des Standortes die

mittlere Anzahl der Seitennerven abnimmt, d. h. dieselbe ist der Blattgröße proportional; das größere Blatt des unteren Gürtels besitzt also mehr Nerven als das kleinere Blatt des oberen Gürtels.

3. Der Variabilitätskoeffizient der Nervenanzahl erhält im unteren und oberen Gürtel einen geringeren Wert (9,97 + 0,14 und 11,26 ± 0.15) als im mittleren Gürtel (12.41 ± 0.17). Vergleicht man diese Werte nach der obenerwähnten Formel, so können sie ebenfalls als definitiv geltend betrachtet werden.

Schließlich bleibt noch die Variabilität der Länge des Blattstiels festzustellen. Diese ist in nachstehender Tabelle angegeben.

Tabelle 6

Länge des Blattstiels

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	M ± m	σ	V% ± m,
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	2500	0,4 — 1,3	0,8	0,765 ± 0,003	± 0,15	19,73 ± 0,27
2. Mittlerer Gürtel (720 — 780 m)	2500	0,2 — 1,3	0,7	0,668 ± 0,003	± 0,17	25,37 ± 0,35
3. Oberer Gürtel (1300—1365 m)	2500	0,3 — 1,4	0,6	0,674 ± 0,003	± 0,15	22,38 ± 0,31

Aus dieser Tabelle ergibt sich:

1. Die Amplitüde der Schwankungen der Stiellänge erreicht ihren minimalen Wert an der unteren Grenze; in den übrigen Fällen ist diese etwas größer.

2. Die mittlere Länge des Stiels ist in jedem Buchengürtel ziemlich gleich; die respektiven Werte sind: 0,765 ± 0,003 (unterer Gürtel), 0,668 ± 0,003 (mittlerer Gürtel) und 0,674 ± 0,003 (oberer Gürtel). Es folgt daraus, daß mit der Erhöhung des Standortes über dem Meeresniveau die mittlere Länge des Blattstiels, gleich wie die gesamte Größe der Blattfläche abnimmt. Folglich besteht ein Zusammenhang zwischen der Blattgröße und der Stiellänge: das größte Blatt des unteren Gürtels besitzt auch den längsten, das kleinere Blatt des oberen Gürtels einen kürzeren Stiel.

Die biometrische Untersuchung der Blätter der Krim-Buche gibt uns also eine klare Vorstellung über den Zusammenhang zwischen der Variabilität der Größe, der Form und der Stiele der Blätter und der Höhe des Standortes über dem Meeresniveau.

Nun füge ich noch einige Angaben über die Blätter der Kaukasus-Buche — *Fagus orientalis* — hinzu. Im Herbst 1926 hat W. N. Suka-

TSCHEV die Liebenswürdigkeit gehabt, mir Buchenblätter aus dem Kaukasus mitzubringen, die er am 6. bis 9. September in der Umgebung von Sotschi gesammelt hatte. Diese Sammlung bestand aus folgendem Material:

1. 69 Buchenblätter, je ein Blatt von jedem Baume aus der Umgebung von Sotschi gesammelt, 2. 57 Blätter, ebenfalls je ein Blatt von jedem Baume in der Umgebung von Mazesta gesammelt, und 3. 100 Blätter von einem einzigen Baume bei der örtlichen Landwirtschaftsstation. Die Blätter sind in vollständig frischem Zustande angekommen und wurden von mir denselben Messungen unterworfen, wie die Blätter der Krim-Buche. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt, wobei in der Spalte A Daten betreffend die 69 Blätter aus Sotschi, in der Spalte B Daten über 57 Blätter aus Mazesta und in der Spalte C Daten über die von einem Baume gesammelten Blätter angeführt sind.

Tabelle 7

		1. Blattlänge	2. Verhältnis der Blattlänge zur Blattbreite	3. Koeffizient der Blattform	4. Anzahl der Blattnerven	5. Länge des Stieles
n	A	69	69	69	69	69
	B	57	57	57	57	57
	C	100	100	100	100	100
Extreme Varianten	A	8,0 — 15,5	1,1 — 2,3	0,4 — 0,6	9 — 15	0,4 — 1,5
	B	8,5 — 15,5	1,5 — 2,3	0,4 — 0,6	10 — 14	0,4 — 1,1
	C	8,4 — 14,2	1,8 — 2,7	0,4 — 0,6	9 — 14	0,4 — 1,0
M_o	A	10,5	1,9	0,5	12	0,6
	B	10,5	1,9	0,5	12	0,8
	C	11,2	2,1	0,5	13	0,7
M ± m	A	11,14 ± 0,19	1,92 ± 0,03	0,50 ± 0,002	12,24 ± 0,16	0,69 ± 0,03
	B	11,64 ± 0,19	1,98 ± 0,02	0,49 ± 0,003	12,35 ± 0,114	0,69 ± 0,019
	C	11,73 ± 0,13	2,12 ± 0,06	0,51 ± 0,003	12,56 ± 0,099	0,67 ± 0,014
σ	A	± 1,50	± 0,21	± 0,022	± 1,32	± 0,22
	B	± 1,42	± 0,15	± 0,028	± 0,86	± 0,15
	C	± 1,32	± 0,15	± 0,033	± 0,99	± 0,14
$V\% \pm m_v$	A	13,46 ± 1,15	10,93 ± 0,93	4,38 ± 0,37	10,78 ± 0,92	31,88 ± 2,72
	B	12,11 ± 1,12	7,57 ± 0,70	5,65 ± 0,52	6,97 ± 0,65	21,67 ± 2,02
	C	11,25 ± 0,79	7,07 ± 0,5	6,47 ± 0,45	7,88 ± 0,56	20,86 ± 1,47

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß, verglichen mit den Buchenblättern des unteren Gürtels der Krim, die kaukasischen Buchenblätter

aus den Umgebungen von Sotschi sich durch eine größere mittlere Länge auszeichnen, dabei bedeutend schmäler sind und eine größere Anzahl von Seitennerven besitzen, während deren Formkoeffizient sich sehr demselben der krimschen Blätter nähert; ebenfalls besitzen die Blattstiele beider Buchenarten eine ziemlich gleiche Länge.

Nun gehe ich zu den bei der Untersuchung der Buchenblüte erhaltenen Ergebnissen über. Wie bekannt, sind die Blütenhüllen der männlichen Blüten bei *Fagus silvatica* und *F. orientalis* merklich verschiedenartig gestaltet. Bei der ersteren Buchenart ist die Blütenhülle glocken- und trichterförmig mit schmal-länglichen oder lanzettlichen Lappen, indessen bei der letzteren die Blütenhülle kürzer und glockenförmig mit kurzen, breiten Lappen ist. Wie unsere in den Jahren 1924 und 1925 ausgeführten Untersuchungen zeigten, ist die Blütenhülle bei der in der Krim gedeihenden Buchenart der Form und Größe nach derjenigen von *Fagus orientalis* ähnlicher. Um den Grad der Variabilität der Blütenhülle der männlichen Blüte zu untersuchen, wurden im ganzen je 25 Bäume in jedem Gürtel ausgewählt und für die Messungen je eine Blüte von jedem Baume ausgelesen; dabei stammten die Buchenblüten von denselben Bäumen, von denen die Buchenblätter genommen worden waren.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 8

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	25	4,0 — 6,0	5,0	$5,06 \pm 0,09$	$\pm 0,47$	$9,31 \pm 1,31$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	25	5,5 — 7,0	6,5	$6,26 \pm 0,09$	$\pm 0,47$	$7,50 \pm 1,06$
3. Oberer Gürtel (1200–1365 m)	25	4,0 — 6,5	5,0	$5,30 \pm 0,13$	$\pm 0,67$	$12,64 \pm 1,78$

Aus dieser Tabelle ist folgendes ersichtlich:

1. Dieses Merkmal weist einen maximalen Variabilitätsgrad im mittleren Gürtel und einen minimalen an der unteren Grenze auf.

2. Eine größere Blütenhülle der männlichen Blüten wurde im mittleren Gürtel (mittlere Länge 6.29 ± 0.09) und eine geringfügigere im oberen (mittlere Länge 5.30 ± 0.13) und im unteren Gürtel (mittlere Länge $5,06 \pm 0,09$) erhalten.

Die Länge der Blütenhülle der Krim-Buche wurde ebenfalls

von E. Wulff und T. Zyrina gemessen[5], aber die von diesen Verfassern angeführten Angaben stimmen nicht völlig mit den obenangeführten Angaben überein. Nach den Untersuchungen von E. Wulff und T. Zyrina pflegt die männliche Blütenhülle der Krim-Buche innerhalb der Werte von 2 mm bis 4 mm zu variieren, während nach meinen Angaben dieselbe eine Variabilität von 4.00 mm bis 7.7 mm aufweist. Aus persönlicher Besprechung dieser Angelegenheit hat sich ergeben, daß dieser Unterschied darauf beruht, daß Wulff und Zyrina getrocknete Herbarexemplare, ich aber Spiritusmaterial gemessen habe, wobei die frischgepflückten Blüten sofort in Spiritus eingelegt worden waren.

3. Der Variabilitätskoeffizient der Blütenhüllenlänge der männlichen Buchenblüten ist größer im unteren (9,31 ± 1,31) und besonders groß im oberen Gürtel (12,64 ± 1,78), dagegen bedeutend niedriger im mittleren Gürtel (7,50 ± 1,06).

Die Maße der Blütenhüllenbreite führe ich nicht an; statt dessen sind in nachstehender Tabelle die Mittelwerte des Verhältnisses der Breite zur Länge der Blütenhülle angeführt.

Tabelle 9

Verhältnis der Länge der männlichen Blütenhülle zu deren Breite

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	M ± m	σ	V % ± m_v
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	25	0,80 — 1,83	1,25	1,34 ± 0,04	± 0,22	16,41 ± 2,32
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	25	1,07 — 1,75	1,45	1,31 ± 0,03	± 0,16	12,21 ± 1,72
3. Oberer Gürtel (1200—1365 m)	25	1,00 — 1,71	1,00	1,38 ± 0,04	± 0,21	15,21 ± 2,15

Es ist aus diesen Angaben ersichtlich, daß in allen drei Buchengürteln das Verhältnis der Länge der Blütenhüllen zu deren Breite ein ziemlich gleiches ist. Allerdings ist das vorhandene Material nicht ausreichend, um in dieser Hinsicht eine definitiv geltende Folgerung ziehen zu können.

Von Interesse ist weiter, wie sich die Variabilität der Größe der Blütenhüllenlappen der männlichen Blüten verhält. In der nachstehenden Tabelle sind die Mittelwerte des Verhältnisses der Blütenhüllenlänge zu deren Lappengröße angegeben.

[5] Wulff E. und Zyrina T. S.: Materialien zum Studium der Krim-Buche. Abhandlungen der Gesellschaft der Naturforscher in der Krim, VIII, Simferopol 1925.

Tabelle 10
Verhältnis der Länge der Blütenhülle zu deren Lappengröße

Standort	n	Extreme Varianten	M_o	$M \pm m$	σ	$V\% \pm M_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	25	2,0 — 4,0	2,5	$2{,}57 \pm 0{,}11$	$\pm 0{,}55$	$21{,}40 \pm 3{,}02$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	25	1,8 — 3,2	2,4	$2{,}42 \pm 0{,}06$	$\pm 0{,}34$	$14{,}04 \pm 1{,}98$
3. Oberer Gürtel (1200—1365 m)	25	2,0 — 4,2	2,7	$3{,}04 \pm 0{,}10$	$\pm 0{,}54$	$17{,}76 \pm 2{,}51$

Es folgt aus dieser Tabelle, daß die Blütenhüllenlappen am stärksten bei den Buchen des mittleren und unteren Gürtels entwickelt sind ($2{,}42 \pm 0{,}06$ und $2{,}57 \pm 0{,}11$) und daß die kleinsten Lappen im oberen Gürtel zu finden sind ($3{,}04 \pm 0{,}10$). In bezug auf den unteren und mittleren Gürtel läßt sich keine Folgerung ziehen.

Der Variabilitätskoeffizient dieses Verhältnisses ist größer im oberen und unteren Gürtel und niedriger im mittleren Gürtel; es besteht also eine ähnliche Beziehung wie beim Koeffizienten der Blütenhüllenlänge. Allerdings ist die Anzahl solcher Messungen nicht ausreichend (vergleiche die mittleren Fehler), um dieses Ergebnis als definitiv betrachten zu können.

In betreff der Buchenblüten bleibt noch die mittlere Länge der Antheren, sowie deren Standartabweichung und Variabilitätskoeffizient anzugeben. Die entsprechenden Angaben sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 11
Die Antherengröße

Standort	n	Extreme Varianten	M_o	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	25	1,5 — 2,5	2,0	$1{,}8 \pm 0{,}04$	$\pm 0{,}23$	$12{,}77 \pm 1{,}81$
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	25	1,6 — 3,0	2,5	$2{,}56 \pm 0{,}07$	$\pm 0{,}36$	$14{,}06 \pm 1{,}98$
3. Oberer Gürtel (1200—1365 m)	17	2,0 — 2,8	2,5	$2{,}37 \pm 0{,}06$	$\pm 0{,}26$	$10{,}96 \pm 1{,}87$

Es ist aus diesen Angaben zu ersehen, daß die größeren Antheren dem mittleren Gürtel ($2{,}56 \pm 0{,}07$) und die kleineren dem unteren ($1{,}8 \pm 0{,}04$) und oberen Gürtel ($2{,}37 \pm 0\,06$) zukommen. Im allgemeinen scheint die Antherengröße der Buche mit der Gesamtgröße der Blüte in Zusammenhang zu stehen: im mittleren Gürtel ist die Blütenhülle wie oben erwähnt, am größten und dementsprechend erreichen daselbst auch die Antheren ihre maximale Länge; ebenfalls im oberen und unteren Gürtel ist die Blütenhülle am geringsten und gleichfalls finden sich hier auch die kürzeren Antheren.

In betreff des Variabilitätskoeffizienten der Antherenlänge läßt sich für keinen Gürtel eine definitive Folgerung ziehen.

Nun gehen wir zur Analyse der Größe der Krim-Buchennüßchen, sowie deren Variabilitätsgrad über. Um die mittlere Länge und Breite der Buchennüßchen zu erhalten, wurden je 100 Nüßchen auf einer beschränkten Fläche jedes der drei Buchengürtel des Staatl. Naturreservats entnommen und gemessen, wobei von jedem Baume bloß ein Nüßchen abgenommen wurde; auf diese Weise wurden Nüßchen von je 100 an einer Stelle befindlichen Bäumen in jedem Buchengürtel gemessen. Zugleich wurden Messungen eines Nüßchens von je 25, in einer weiteren Entfernung voneinander wachsenden Bäumen, ebenfalls in jedem Buchengürtel ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen geben eine genügende Vorstellung über die Größe der Buchennüßchen im Reservat und sind in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Tabelle 12

Länge der Nüßchen der Krim-Buche
(gemessen je 1 Nüßchen von jedem Baume)

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel	24	12 — 17	14	$14{,}31 \pm 0{,}27$	$\pm 1{,}39$	$9{,}7 \pm 1{,}39$
(490—505 m)	100	11 — 17	14	$14{,}20 \pm 0{,}11$	$\pm 1{,}09$	$7{,}7 \pm 0{,}55$
2. Mittlerer Gürtel	25	12 — 18	15	$14{,}68 \pm 0{,}36$	$\pm 1{,}80$	$12{,}1 \pm 1{,}73$
(720—730 m)	100	12 — 19	15	$15{,}12 \pm 0{,}13$	$\pm 1{,}28$	$8{,}4 \pm 0{,}60$
3. Oberer Gürtel	25	12 — 17	14	$14{,}12 \pm 0{,}17$	$\pm 0{,}87$	$6{,}1 \pm 0{,}87$
(1360–1365 m)	100	10 — 16	14	$13{,}36 \pm 0{,}12$	$\pm 1{,}19$	$8{,}9 \pm 0{,}64$

Wie es aus diesen Tabellen 12und 13 zu ersehen ist, sind die Nüßchen der Krim-Buche im mittleren Gürtel größer als die Nüßchen im oberen und unteren Buchengürtel.

Tabelle 13

Verhältnis der Länge zur Breite der Nüßchen der Krim-Buche

(gemessen je ein Nüßchen von jedem Baume)

Standort	n	Extreme Varianten	M_0	M ± m	σ	V % ± m_v
1. Unterer Gürtel	100	1,2 — 2,0	1,5	0,53 ± 0,05	± 0,53	34.5 ± 0.77
(490—505 m)	24	1,3 — 2,0	1,6	1,51 ± 0,14	± 0,55	36,6 ± 5,23
2. Mittlerer Gürtel	100	1,3 — 2,2	1,7	1,71 ± 0,05	± 0,55	32,8 ± 0,77
(720—730 m)	25	1,3 — 1,9	1,7	1,67 ± 0,03	± 0,44	25,1 ± 3,59
3. Oberer Gürtel	100	1,3 — 2,1	1,6	1,55 ± 0,06	± 0,67	41,9 ± 0.94
(1360–1365 m)	25	1,4 — 2,1	1,6	1,50 ± 0,06	± 0,60	40,0 ± 5,71

Außerdem wurden in jedem Gürtel je 25 Bäume ausgewählt und für jeden Baum eine gewisse Anzahl von ergänzenden Messungen (20, 50 und 100) ausgeführt.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in nachstehender Tabelle angegeben.

Tabelle 14

Länge der Nüßchen der Krim-Buche

(gemessen je 25, 50 und 100 Nüßchen von jedem Baume)

Standort	Anzahl der Bäume	Anzahl der von jedem Baume genommenen Nüßchen	n	Extreme Varianten	M_0	M ± m	σ	V % ± m_v
1. Unterer Gürtel	10	50	500	8 — 17	13	13,28 ± 0,009	± 2,0	15,06 ± 0,42
(490—510 m)	15	25	375	11 — 18	14	14,19 ± 0,007	± 1,4	9.85 ± 0,35
2. Mittlerer	3	100	300	13 — 18	15	15,19 ± 0,005	± 0,86	5,66 ± 0,23
Gürtel	8	50	400	11 — 16	14	13,66 ± 0,005	± 1,10	8,02 ± 0,28
(720—780 m)	16	25	400	12 — 19	14	14,79 ± 0,005	± 1,10	7,43 ± 0,26
3. Oberer Gürtel	16	50	800	10 — 17	14	14,11 ± 0,004	± 1.1	7,79 ± 0.19
(1300–1365 m)	18	25	450	10 — 17	13	13,44 ± 0,005	± 1,2	8,92 ± 0,29

Tabelle 15

Verhältnis der Länge zur Breite der Nüßchen der Krim-Buche

(gemessen je 25, 50 und 100 Nüßchen von jedem Baume)

Standort	Anzahl der Bäume	Anzahl der von jedem Baume genommenen Nüßchen	n	Extreme Varianten	M_0	$M \pm m$	σ	$V\% \pm m_v$
1. Unterer Gürtel (490—510 m)	10	50	500	1,11 — 2,50	1,62	1,64 ± 0,011	± 0,24	14,59 ± 0,46
	15	25	375	1,37 — 2,80	2,00	1,87 ± 0,011	± 0,23	12,27 ± 0,44
2. Mittlerer Gürtel (720—780 m)	3	100	300	1,27 — 2,12	1,66	1,66 ± 0,007	± 0,13	7,82 ± 0,31
	8	50	400	1,09 — 2,14	1,87	1,66 ± 0,009	± 0,19	11,39 ± 0,40
	16	25	400	1,50 — 2,57	2,00	2,01 ± 0,009	± 0,19	9,43 ± 0,33
3. Oberer Gürtel (1300—1365 m)	16	50	800	1,18 — 2,67	1,75	1,41 ± 0,003	± 0,11	7,79 ± 0,19
	18	25	450	1,30 — 2,66	2,00	1,80 ± 0,010	± 0,22	12,17 ± 0,40

Wie zu ersehen ist, bestätigen diese Angaben ebenfalls, daß bei der Krim-Buche die mittlere Länge der Nüßchen innerhalb der Werte von 13,3 bis 15,2 mm zu variieren pflegt und daß die größeren Buchennüßchen dem mittleren Gürtel (mittlere Länge 15,19 ± 0,005 bzw. 14,79 ± 0,005) angehören; bloß für acht Bäume ergab sich der Wert der mittleren Länge 13,66 ± 0,005), die kleineren dem unteren (mittlere Länge 13,28 ± 0,009 bzw. 14,19 ± 0,007) und oberen Buchengürtel (mittlere Länge 14,11 ± 0,004 bzw. 13,44 ± 0,005) eigentümlich sind. Nach den Angaben von E. Wulff und T. Zyrina[6] variiert die Länge der Nüßchen innerhalb der Werte von 12 bis 17 mm, während nach meinen Ergebnissen die Variabilität der Nüßchenlänge innerhalb der Werte von 8 bis 19 mm begriffen ist. Auf Grund der oben angeführten Zahlen, die aus Messungen der Länge und der Breite von 3600 Nüßchen der Krim-Buche erhalten worden sind, kann festgestellt werden, daß im krimschen Reservat die günstigsten Vegetationsverhältnisse für die Erzeugung der größten Nüßchen im mittleren Gürtel herrschen. Was das Verhältnis der Länge zur Breite der Nüßchen betrifft, so ist ein großer Unterschied zwischen den für jeden einzelnen Buchengürtel erhaltenen Angaben nicht konstatiert worden, d. h. die Form der Nüßchen ist, im großen ganzen, ziemlich gleich in allen drei Gürteln.

Das mittlere Verhältnis zwischen der Länge und Breite der Nüßchen der Krim-Buche variiert innerhalb der Werte von 1,50 bis 2,00.

[6] Wulff E. und Zyrina T. S., a. a. O.

In betreff des Variabilitätskoeffizients kann, wie es aus den obenerwähnten Angaben folgt, vorläufig kein definitiver Schluß gezogen werden.

Es ist noch zu bemerken, daß die Form der Nüßchen der Krim-Buche zwar mehr oder weniger konstant bleibt, die Form ihrer Kanten dagegen stark variiert ist; diese sind bald weniger, bald mehr verdickt, wobei die Kanten eine schmalflügelige Form annehmen und der obere Teil des Nüßchens bald einen rechten, bald einen stumpfen, bald einen spitzen Winkel bildet.

Es wäre ferner von gewissem Werte, den Grad und den Charakter der Variabilität des Bechers (Cupula) der Krim-Buche zu ermitteln. Leider ist es mir nicht gelungen, im Laufe dieses Sommers den Becher detailliert zu untersuchen, da dieses ebenfalls an Ort und Stelle geschehen muß. Die Schwierigkeit liegt nämlich darin, daß es nicht leicht ist, den Becher nach seiner Öffnung zu messen, da dessen Blättchen im reifen Zustande sehr brüchig sind und leicht abbrechen. Immerhin sei bemerkt, daß die Größe des ganzen Bechers, sowie die Größe und die Form von dessen Schuppen, denen man sonst eine so große Rolle in der Systematik der Buchen zuschreibt, stark zu variieren pflegen. Es kann öfters beobachtet werden, daß die Becher zweier nebeneinander wachsender Bäume bald ziemlich breite, lanzettliche, bald feine, schmal-pfriemförmige Schuppen tragen.

Vergleicht man die in der einschlägigen Literatur über *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* vorhandenen, aber nicht mittels der Methode der Variationsstatistik ermittelten Angaben mit den erhaltenen Ergebnissen der Variabilität der Merkmale der Krim-Buche, so zeigt sich, daß in gewissen Beziehungen die in der Krim wachsende Buche tatsächlich als eine Zwischenrasse zwischen den erwähnten Buchenarten betrachtet werden kann, und zwar nach folgenden Merkmalen: 1. bei der Krim-Buche befindet sich der breiteste Teil des Blattes im oberen Drittel des Blattes, näher zu dessen Mitte, während sich dieser bei *F. orientalis* ebenfalls im oberen Drittel des Blattes und bei *F. silvatica* in der Mitte des Blattes befindet; 2. die Anzahl der Seitennerven des Blattes ist bei der Krim-Buche im Durchschnitt gleich acht bis zehn, wobei die Grenzwerte fünf und zwölf Nervenpaare betragen, indes bei *F. silvatica* und *F. orientalis*, wie Medvedev[7] zeigte, die Anzahl der Seitennerven fünf bis neun, bzw. neun bis vierzehn beträgt; 3. bei der Krim-Buche ist stets die Blütenhülle der männlichen Blüten glockenförmig mit einem abgestumpften, breit-dreieckigen kurzen Lappen, d. h. ähnlich der Form der Blütenhülle von *Fagus orientalis*, während bei *Fagus silvatica* die Blütenhülle stets schmal-glockenförmig ist, mit schmal-läng-

[7] Medvedev J. S., Bäume und Sträucher des Kaukasus, 1919, S. 309 bis 310.

lichen, mit der Röhre ziemlich gleichlangen Lappen: 4. die Antheren sind bei der Krim-Buche etwas länger als bei *Fagus silvatica*, d. h. deren Länge ist ziemlich dieselbe wie bei *Fagus orientalis*; 5. die Länge der Nüßchen variiert bei der Krim-Buche innerhalb der Werte von 8 bis 19 mm, während bei *Fagus silvatica* nach Büsgen[8] die Nüßchen eine Variabilität der Länge von 1 bis 17 mm aufweisen, d. h. die Nüßchen der Krim-Buche besitzen annähernd dieselbe Länge wie die der *Fagus orientalis*.

Leider ist die mittlere Länge der Nüßchen bei *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* nirgends erwähnt.

Von Interesse scheint ferner der Umstand zu sein, daß bei der Krim-Buche, wie mehrmals betont wurde, die Blätter, die Blüten und die Nüßchen in bestimmter Weise mit der Veränderung der Höhenlage des Standorts über dem Meeresniveau zu variieren pflegen. Für jeden Buchengürtel besteht also eine besondere ökologische Rasse, der ein eigentümlicher Charakter und eine bestimmte Größe des Blattes, eine besondere Größe der Blütenhülle und deren Lappen, sowie eine besondere Variabilität der mittleren Länge der Nüßchen und schließlich eigentümliche Wuchsformen zukommen.

Die Hauptunterscheidungsmerkmale dieser Formen (Ökotypen, im Sinne Turessons[9]) der Krim-Buche sind in nebenstehender Tabelle zusammengestellt.

Die Hauptergebnisse der Untersuchung der Variabilität der Merkmale der Krim-Buche sind die folgenden:

I. Es sind drei Kategorien der Variabilität der Merkmale der Buche zu unterscheiden, und zwar: 1. die Variabilität der Merkmale innerhalb eines einzigen Baumes, 2. die individuelle Variabilität der Merkmale der nebeneinander in gleichen Bedingungen gedeihenden Bäume und 3. die Variabilität in Zusammenhang mit ökologischen Verhältnissen und speziell in Zusammenhang mit der Höhe des Standortes über dem Meeresniveau, d. h. mit den klimatischen Verhältnissen. Vorläufig sind diese drei Kategorien von mir untersucht worden.

II. Die Variabilität der Merkmale innerhalb eines einzelnen Baumes hat ausschließlich einen quantitiven Charakter und schwankt in bedeutend engeren Grenzen als die individuelle Variabilität.

III. Die individuelle Variabilität ist im allgemeinen sehr bedeutend; es läßt sich jedoch keine spezielle Korrelation zwischen den Merkmalen aufweisen. Jeder einzelne Baum stellt verschiedene Kombinationen sämtlicher Merkmale dar; es war nicht möglich, aus der Untersuchung einer ziemlich großen Anzahl von Bäumen eine derartige Korrelation festzustellen. Um diese Frage definitiv zu klären, wäre es wünschenswert,

[8] Büsgen M., Das Leben der Bäume.

[9] Turesson G., Die Bedeutung der Rassenökologie für die Systematik und Geographie der Pflanzen. Fedde, Repertorium, Beihefte, Bd. 41, 1926.

Tabelle 16

Hauptunterscheidungsmerkmale der Krim-Buche für jeden Buchengürtel

		Unterer Buchengürtel 490—600 m über dem Meeresniveau	Mittlerer Buchengürtel 600—1100 m über dem Meeresniveau	Oberer Buchengürtel 1100—1300 m über dem Meeresniveau
Stamm	1. Mittlerer Durchmesser	44 cm	28 cm	15 cm
	2. Mittelhöhe	28—25 m	22 m	18 m
	3. % der buschigen Buchen	0	0	10,5% — 42,4%
Krone	deren Befestigungshöhe	mittelmäßig	hoch	niedrig
Blätter	1. Länge	8,5 cm	7,5 cm	6,5 cm
	2. Verhältnis der Länge zur Breite	1,89	1,70	1,54
	3. Koeffizient der Blattform	0,53	0,56	0,52
	4. Anzahl der Nerven	10	9	8
	5. Länge des Stiels	0,76 cm	0,66 cm	0,67 cm
Blütenhülle der männlichen Blüten	1. Länge	5,06 mm	6.26 mm	5,30 mm
	2. Verhältnis der Länge zur Breite	1.34	1,31	1,30
	3. Verhältnis der Länge zur Länge der Lappen	2,57	2,42	3,04
	4. Länge der Antheren	1,8 mm	2,5 mm	2,3 mm
Nüßchen	1. Länge	13,2—14,20 mm	13,6—15,2 mm	13,4—14,1 mm
	2. Verhältnis der Länge zur Breite	1,5— 1,8	1,7— 2,0	1,4— 1,8

bei zukünftigen Arbeiten die Methode der Variationsstatistik in diesem Falle ebenfalls anzuwenden.

IV. Die Variabilität der Merkmale, die in Zusammenhang mit ökologischen Bedingungen und hauptsächlich mit der Höhe des Standortes mit anderen Worten, den klimatischen Verhältnissen stehen, findet ihren Ausdruck in folgenden von mir konstatierten Erscheinungen:

1. Die Größe der Buchenblätter nimmt mit der Erhöhung des Standorts ab, wobei die Blätter immer runder werden und deren breiterer Teil sich vom oberen Drittel des Blattes, was besonders charakteristisch für den unteren Gürtel ist, näher zur Mitte des Blattes verschiebt. Zugleich nimmt die Anzahl der Nervenpaare sowie die Stiellänge ebenfalls ab. An der oberen Verbreitungsgrenze ist also nicht nur die Größe des Blattes am geringsten, sondern dessen Form erleidet ebenfalls eine gewisse Änderung.

2. Die Blütenhülle der männlichen Blüten verringert sich im oberen und unteren Buchengürtel und besonders an der Grenze zur Jaila, wobei die relative Größe der Blütenlappen eine starke Abnahme aufweist. Zugleich mit der Gesamtgröße der Blütenhülle nimmt sowohl im oberen als auch im unteren Gürtel die Größe der Antheren ab.

3. Gegen die obere und untere Grenze des mit Buchen bestandenen Landstrichs nimmt die Größe der Nüßchen ebenfalls ab; dementsprechend sind die größten Nüßchen im mittleren Gürtel zu finden.

4. Wird also der mittlere Gürtel als eine optimale Region für das Buchenwachstum betrachtet, so muß man bei einer Annäherung an weniger günstige Standorte, d. h. bei Annäherung an die oberen und unteren Grenzen des mit Buchen bestandenen Landstrichs eine Abnahme sowohl in der Größe der Nüßchen als in der Länge der Blütenhülle konstatieren. Merkwürdigerweise ordnet sich indessen die Größe der Blätter dieser Regel nicht ein, da sie durchwegs von unten nach oben eine Größenabnahme aufweisen. Dieses Ergebnis ist vom allgemeinen biologischen Standpunkte aus sehr interessant; doch bleiben seine Gründe vorläufig unklar. Ebenso unerwartet ist das Ergebnis, daß die Blütenhüllenlappen in optimalen Verhältnissen die stärkste Entwickelung aufweisen. Dieses mag ein Hinweis darauf sein, wie verschieden die einzelnen Organe und deren Teile auf die Veränderung der Standortsverhältnisse zu reagieren pflegen. Wird also die Buche in Zusammenhang mit der Höhe des Standortes in Ökotypen eingeteilt, so können diese Ökotypen nicht bloß durch die Dimensionen der einzelnen Organe, d. h. durch Merkmale, die einen offenbaren Anpassungscharakter besitzen, charakterisiert werden, sondern auch durch Merkmale, deren Anpassungswert noch sehr unklar ist. Von großer Wichtigkeit wäre es, den Konstanzgrad dieser Merkmale auf experimentellem Wege festzustellen.

V. Im mittleren Buchengürtel, d. h. in optimalen Wachstumsverhältnissen ist der Koeffizient der Variabilität der Merkmale des Blattes größer und der der Merkmale der Blüte kleiner als an der oberen

und unteren Grenze der Buchenregion[10]. Läßt sich der erste, auf das Blatt bezügliche Teil dieses Satzes dadurch erklären, daß an der oberen und unteren Grenze des mit Buchen bestandenen Landstrichs die Bäume weniger dicht zueinander stehen, also gleichmäßiger beleuchtet werden und folglich geringerer Variabilität ausgesetzt sind, da die Größe und die Form der Blätter unter diesen Umständen besonders stark von der Beleuchtung abhängig sein müßte, so scheint der zweite sich auf die Blüte beziehende Teil dieses Satzes darauf hinzuweisen, daß in optimalen Standortsverhältnissen der Organismus weniger geneigt ist zu variieren, als an den Grenzen seines Verbreitungsgebietes.

Aus der Zusammenfassung des gesamten Komplexes der die Buche charakterisierenden Merkmale ist also zu schließen, daß die in der Krim wachsende Buche eine eigentümliche Rasse vorstellt, die in einigen Beziehungen als Zwischenrasse zwischen *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* betrachtet werden kann.

Ginge man von dem Gesichtspunkte aus, daß in der Krim zwei Arten, nämlich *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis*, einfach miteinander hybridisieren, so müßten Exemplare mit einer mosaikartigen Kombination der Merkmale beider Arten vorhanden sein. Derlei Exemplare wurden indessen im Bereich des Reservats nicht vorgefunden. Wenn ferner in einigen Fällen auf zwei nebeneinander wachsenden Bäumen, z. B. die Form der Blütenhülle der männlichen Blüten nicht vollständig gleichartig ist, so bleiben diese Verschiedenheiten innerhalb der Grenzen der individuellen Schwankungen, die sowohl bei *Fagus silvatica* als auch bei *Fagus orientalis* vorkommen.

Es sei schließlich noch auf die von Wettstein und Komarov festgestellte Gesetzmäßigkeit hingewiesen, die bei jeder monographischen Bearbeitung ihre Bestätigung findet, nach der zwei verwandte Rassen, wenn sie sich nicht ökologisch oder saison-dimorph unterscheiden, nicht dasselbe Areal bewohnen können.

Auf Grund dieser Erwägungen und angesichts der oben angeführten Ergebnisse schlage ich vor, der in der Krim gedeihenden Buche eine neue Benennung, und zwar ***Fagus taurica* sp. n.** zu geben. Wenn man an den taxonomischen von A. P. Semenov-Tianschanski vorgeschlagenen Einheiten festhält, so mögen die Kaukasus-Buche und die Krim-Buche als besondere Unterarten (Subspecies) der *Fagus silvatica*

[10] Obgleich in einzelnen Fällen die Variabilitätskoeffizienten ziemlich große mittlere Fehler aufweisen, erscheint eine so allgemein gefaßte Folgerung doch berechtigt, da im mittleren Gürtel die Tendenz zur Abnahme des Variabilitätskoeffizienten aller Merkmale der Blütenhülle der männlichen Blüten in sämtlichen Fällen klar ausgedrückt ist.

und zwar als ssp. *orientalis* Lipski und ssp. *taurica* m. betrachtet werden[11].

Unlängst erschien eine Abhandlung von E. Wulff und T. Zyrina[12], in welcher die Verfasser die Meinung äußern, daß in der Krim beide Buchenarten, nämlich *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* sowie deren Hybriden gedeihen. Indessen scheint die Annahme begründeter zu sein, daß die Krim-Buche eine Zwischenstellung zwischen diesen Arten einnimmt und bei einer starken Variabilität ihrer Merkmale, was ebenfalls für *Fagus silvatica* und *Fagus orientalis* charakteristisch ist, in ihren extremen Modifikationen sich der letzteren nähert. Auch muß ich mich den Feststellungen von Lipski, Palibin, Medwedev und anderen anschließen, daß die Form und die Größe der Blätter sowie die Anzahl der Blattnerven durchaus als Hauptunterscheidungsmerkmale dieser Buchen dienen können.

Beim Studium der in der Krim wachsenden Buche konnte ich nicht umhin, meine Aufmerksamkeit auf deren scharf ausgeprägtes Ausschlagsvermögen zu richten. Wie bekannt, zeichnet sich *Fagus silvatica* durch ein sehr schwaches Ausschlagsvermögen aus. Auf diese Eigenart der *Fagus silvatica* haben sowohl in der russischen, als auch in der ausländischen Literatur mehrere Forscher[13] hingewiesen. Dasselbe berichtet Medwedev in betreff *Fagus orientalis*. Ich habe indessen bei der Krim-Buche in dem zum Krimreservat nächstgelegenen Gebiet nicht bloß Stockloden, sondern auch zahlreiche zu mehreren aus einer Wurzel hervortretende Wurzelausschläge beobachten können. Dabei wurden diese Wurzelausschläge sowohl auf Stöcken von 100 bis 150 Jahre alten abgeschlagenen Bäumen, als gleichfalls auf Wurzeln von nicht gefällten, über 100 Jahre alten Bäumen beobachtet. Von Interesse ist zu bemerken, daß die Wurzelausschläge sich nicht bloß nach Fällung der benachbarten Bäume unter dem Einfluß der Bodenbeleuchtung zu bilden pflegen, sondern auch im dichten, völlig unberührten Buchenwalde zu finden sind.

(Aus dem Russischen übersetzt von M. Mehring)

[11] Die entsprechende lateinische Diagnose ist in meiner Arbeit „Über die Vegetation des staatlichen Naturreservats in der Krim", Arbeiten zur Erforschung der Reservate, II, 1925, Moskau angegeben.

[12] Wulff E. und Zyrina T.: Die Buche in der Krim. Österreichische Botanische Zeitschrift, LXXIII, 1924, S. 10 bis 12.

[13] Hess R., Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigen in Deutschland vorkommenden Holzarten. 1925. — Büsgen M., a. a. O. — Schneider C., Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde, I, 1906. — Hempel G. und Wilhelm K., Die Bäume und Sträucher des Waldes, II, 1889.

Farbstoffbildung im Blatt bei supramaximaler Temperatur

(Vorläufige Mitteilung)

Von

Othmar Werner (Wien)

(Aus der Lehrkanzel für Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Wien)

Mit Vorteil bedient man sich häufig zur Erhöhung der Sicherheit des Eintretens von Reaktionen eines Konzentrationsgefälles. Insbesondere beim mikrochemischen Arbeiten wird diese Methode oft bei der Anwendung von Reagentien, die dann vom Rande des Deckglases der darunter befindlichen Flüssigkeit zufließen gelassen werden, angewendet: leicht werden so innerhalb eines größeren Konzentrationsbereiches an bestimmter Stelle die für die Reaktion günstigsten Bedingungen geschaffen. Aber auch die Wärmedosierung zur Beschleunigung einer Reaktion kann im Sinne eines Konzentrationsgefälles geschehen.

Eine oft zu beobachtende Reaktion des eintretenden oder eingetretenen Todes ist die braune bis schwarze Verfärbung mancher Blätter beim natürlichen Absterben im Herbst. In der Erwartung, daß beim künstlich herbeigeführten Wärmetod ebenso wie dort Farbstoffbildung eintreten werde, stellte ich durch Einstechen einer heißen Platinnadel in das intakte, grüne Blatt ein Wärmegefälle im Gewebe her. In mehr minder weiter, dem Erwärmungsgrad der Nadel entsprechender Entfernung trat bei Blättern von *Syringa vulgaris* nach wenigen Sekunden ein ungefähr 2 mm breiter, braunvioletter Ring auf. Eine orientierende Untersuchung über die Verbreitung der Erscheinung erwies, daß alle von den untersuchten Oleaceen und viele andere Pflanzen dieselbe in starkem Ausmaße zeigten. Die Farbe des entstehenden Ringes ist schwarzbraun, braun bis braunviolett. Bei einer bestimmten Art ist der Farbton weitgehend immer derselbe. Ich beschränke mich an dieser Stelle auf die Nennung von Gattungen der Familie der Oleaceen und anderer Genera, von welchen einzelne untersuchte Arten sämtlich positiv reagierten: *Fraxinus, Fontanesia, Forsythia, Syringa, Ligustrum, Jasminum, Phillyrea, Osmanthus, Olea; Morus* (schwach); *Ulmus* (schwach); *Clematis*; *Philadelphus; Lithospermum*; *Sambucus, Viburnum, Lonicera, Symphoricarpus*; *Sonchus*; *Tradescantia.* Selten trat keine Farbstoffbildung ein:

Iris. Auch durch lokales Erhitzen mit der Flamme eines Mikrobrenners oder Streichholzes*, durch kurzes Andrücken der Glut einer Zigarette und überhaupt mittels eines beliebigen, stärker erhitzten Gegenstandes, ist die Erscheinung schon hervorzurufen. Es lassen sich je nach Stärke der Erhitzung und Größe des angewendeten Wärmespenders verschieden breite (bis 1 cm) Ringe von verschiedenem Kreisdurchmesser erzielen. In allen Fällen ist wohl nur die Erwärmung und nicht etwa äußere chemische Einwirkung (gasförmige Produkte) für das Zustandekommen der Reaktion in erster Linie verantwortlich, wie aus dem Versuch mit der Platinnadel hervorgeht.

Um die optimale Temperatur festzustellen, brachte ich Blätter von *Syringa vulgaris* und *Ligustrum vulgare* in den Thermostaten oder tauchte sie kurz (drei Minuten) in verschieden stark erwärmtes Wasser. Es stellte sich heraus, daß bei einer ungefähr fünf Minuten währenden Behandlung der Blätter mit auf 55 bis 65° C erwärmter Luft die Farbstoffbildung im ganzen Blatt stark auftrat, an der Oberseite stärker als auf der Unterseite. Auch beim Eintauchen in Wasser war diese Temperatur optimal. Die Intensität des Farbtons erreicht bei diesen Versuchen in wenigen Minuten ihr Maximum. Aber auch bereits bei tieferen Temperaturen, um 50° C, und bei höherliegenden, bis gegen 100° C, tritt, jedoch erst nach mehreren (2 bis 24) Stunden eine allerdings viel weniger intensive Farbstoffbildung auf. Es ist also anzunehmen, daß die Temperatur des bei Anwendung eines Wärmegefälles rasche Farbstoffbildung zeigenden Gewebes 55 bis 65° C beträgt.

Die Untersuchung des Lebenszustandes der farbstoffführenden Zellen ergab, daß Plasmolyse bei Zellen, in welchen unter optimaler Temperatur Farbstoffbildung eingetreten war, noch möglich ist, falls Temperaturen unter 60° C zur Anwendung kamen. Damit vereinbar ist der Befund, daß in Plasmolyseversuchen bei den Ringen in schnell aufgearbeitetem Material ein größerer Teil der außenliegenden farbstoffführenden Zellen noch diese Lebensreaktion zeigte. Das stärkste Auftreten bei einer Temperatur, die an der Lebensgrenze liegt und die Tatsache, daß an toten Blättern (getrocknet oder erhitzt), die Erscheinung nicht mehr hervorzurufen ist, bzw. nicht verstärkt werden kann, weisen darauf hin, daß an der Reaktion wahrscheinlich an die lebende Zelle gebundene Fermente (vermutlich Oxydasen) beteiligt sind.

Werden die Blätter nach Erhitzen auf supramaximale Temperatur in kälterer Luft (7° C) belassen, so tritt die Farbstoffbildung bedeutend langsamer ein als in wärmerer Luft (30° C).

Der bei mikroskopischer Betrachtung gelborange getönt bis braun

* Auf diese Weise konnte F. W. Neger, Flora 1923, 16, S. 324, Indigo unter Benützung eines Wärmegefälles in Blättern von Indigopflanzen nachweisen.

erscheinende Farbstoff tritt im Zellsaft gelöst auf. Die Chloroplasten erscheinen bei *Ligustrum* in der Farbstoffzone braun, bei *Syringa* grün. Beim Liegen von Schnitten in Wasser verschwindet der im Zellsaft gelöste Farbstoff mehr minder rasch und braun erscheinende Chromatophoren werden wieder rein grün. Bei *Syringa* ist der Ort des Auftretens das Mesophyll und die beiden Epidermen, bei *Ligustrum* nur das Mesophyll. Im panachierten Blatt einer *Tradescantia* konnte im weißen wie im grünen Teil gleich kräftige Farbstoffbildung festgestellt werden. Ein Urteil über die chemische Natur des Stoffes war bis jetzt nicht möglich. Wahrscheinlich handelt es sich vielfach um dieselben Stoffe, welche von Palladin* bei einer größeren Anzahl von Pflanzen gefunden und als Atmungschromogene bezeichnet wurden; in durch Kochen gewonnener farbloser Lösung dieser konnte von ihm durch Zusatz von Peroxydase und Wasserstoffsuperoxyd Farbstoff aktiviert werden.

Die von mir im Vorstehenden geschilderte Methode der Benützung eines Wärmegefälles im Blatte scheint bei ihrer Einfachheit mit großer Sicherheit den Nachweis des Zusammenvorkommens von farbstoffbildenden Stoffen mit nach Einwirkung supramaximaler Temperatur freiwerdenden Fermenten, die dann Farbstoffbildung hervorrufen, zu ermöglichen.

* Palladin, W., Ber. deutsch. bot. Ges., 1908, 26a, S. 378, 389; 1909, S. 101; Biochem. Ztschr., 1910, 27, S. 441.

Javanische Studien II

Kurze Skizzen über Blumenbesuch durch Vögel

Von

H. Cammerloher (Wien)

(Mit 2 Textabbildungen)

Die folgenden Beobachtungen wurden in den Jahren 1921 bis 1924 gemacht, und zwar teils im botanischen Garten zu Buitenzorg, teils in der Umgebung von Buitenzorg. Die Untersuchungen im botanischen Garten verdienen deshalb eine besondere Beachtung, weil dort auch vogelblütige Gewächse anderer Erdteile in Kultur sind, deren Blüten aber von blumenbesuchenden Vögeln ebenso gerne aufgesucht werden, wie die heimischer Pflanzen. Dabei kommt es allerdings nicht immer zu einer erfolgreichen Bestäubung, da vielfach die Blüten an andere Vögel und damit an eine andere Art des Besuches, als sie den javanischen Blumenvögeln eigen ist, angepaßt sind. Jedenfalls aber wirkt ihre Farbe auch auf die Vögel Javas anziehend. Nähere Einzelheiten dieser Besuche werden bei der Besprechung der verschiedenen Pflanzenarten erwähnt werden.

Die Untersuchungen sind meist Zufallsbeobachtungen, wie sie auf Spaziergängen durch den botanischen Garten oder auf größeren oder kleineren Wanderungen gemacht wurden. Sie wurden jeweils kurz ins Tagebuch eingetragen; öfters knüpften sich daran noch nachfolgende Untersuchungen im Laboratorium. Dies führe ich deshalb an, um die Lückenhaftigkeit der Ergebnisse zu begründen. Ich fühle mich aber trotzdem berechtigt, sie zu veröffentlichen, weil sie einen weiteren Beitrag zu unseren Kenntnissen über den Vogelbesuch der Blüten darstellen, dessen hervorragende Bedeutung erst in der letzten Zeit durch die Arbeiten von Porsch richtig gewürdigt wurde.

*Loranthus pentandrus**. Diese *Loranthus*-Art ist eine der verbreitesten in Java, und zwar vor allem in der Ebene und im unteren Gebirge, wo sie auch auf den Kulturbäumen überall vorkommt. Durch ihr ungemein häufiges Auftreten und den oft massenhaften Befall einzelner Bäume veranlaßt sie eine mehr oder weniger schwere Schädigung

* Eine gute Abbildung dieser Art ist in Blume und Fischer, Flora Javae, *Loranthaceae*, auf Tafel 10 zu finden.

des Wirtsbaumes. Namentlich auf *Ceiba pentandra*, dem Kapokbaume, wird dieser *Loranthus* zu einer argen Plage. Seine Früchte werden ebenso wie die anderer Arten dieser Gattung durch Vögel verbreitet. Der Hauptverbreiter der Samen von *L. pentandrus* ist im Kulturgebiete von Westjava *Dicaeum flammeum* (mal. burung tjabeh). Koningsberger (1911 bis 1915) hält ihn daher in hohem Maße für schädlich* und auch Dammerman (1919, S. 235) zählt ihn zu den für die Kulturen schädlichen Tieren.

Dicaeum flammeum gehört in die Familie der *Dicaeidae* oder Blumenpicker. Es ist ein kleiner, ungefähr 9 bis 13 cm langer Vogel; Kopf, Brust und Rücken sind beim Männchen feurig rot, Flügel und Schwanz sind schwarz, der Bauch ist grau. Der Schnabel ist ungefähr 1,3 cm lang, spitz und schwach gebogen.

Ich hatte reichlich Gelegenheit, diesen Vogel zu beobachten. Sobald die Früchte des *Loranthus* reif werden, sieht man ihn eilfertig in den Büschen herumhüpfen und mit einer wahren Gier die Früchte abernten. Da er nicht besonders scheu ist, so kann man ihn leicht aus ziemlicher Nähe genau bei seiner Tätigkeit belauschen. Bleiben beim Verzehren der Früchte, die wie die Früchte von *Viscum* außen eine schleimig-klebrige Schicht führen, die harten Samen dem Vogel seitlich am Schnabel kleben, so wird dieser durch Wetzen an einem Aste von den anhaftenden Samen gereinigt. Auf diese Weise wird ein Teil der Samen verbreitet. Werden aber mit der Frucht auch die Samen verzehrt, so gehen sie unverdaut im Kot des Vogels ab und finden auf diese Weise ihre Verbreitung. Dabei gelangen merkwürdigerweise, wie Bartels, der ausgezeichnete Kenner der Vögel Javas und ihrer Lebensweise, gezeigt hat, die Samen infolge des eigentümlichen Baues des Magens gar nicht in diesen hinein, sondern gehen an ihm vorbei direkt in den Darm**.

Ein Ausflug, gemeinsam mit Herrn H. C. Siebers, dem Ornithologen des Buitenzorger zoologischen Museums, am 3. Mai 1923 in die Umgebung von Buitenzorg unternommen, galt in erster Linie den Untersuchungen an *Loranthus*. Der Ort der Beobachtungen war einer der kleinen Wälder oder Haine, wie sie allgemein um die Eingeborenenniederlassungen (kampong) zu finden sind. Sie bestehen größtenteils aus Bäumen, die in irgend einer Weise dem Menschen von Nutzen sind. Fast alle Bäume waren mehr oder weniger von *Loranthus* befallen, und zwar, soweit dieser gesammelt und bestimmt wurde, von *L. pentandrus*. Stets frei von *Loranthus*-Befall war *Gnetum Gnemon*.

* Auf Seite 63 von „Java Zoölogisch en Biologisch" spricht Koningsberger allerdings von *Dicaeum rubrum*; jedoch auf den Seiten 530 und 544, wo K. auf die Seite 63 verweist, nennt er den Vogel *D. flammeum*.

** Diese Mitteilung wurde mir von Herrn Bartels selbst gemacht; später demonstrierte mir Herr H. C. Siebers den ganzen herauspräparierten Verdauungsapparat von *Dicaeum*.

In dieser Zeit waren die Blüten in schönster Entwicklung, zum Teil waren aber auch bereits Früchte in verschiedenen Entwicklungsstadien, einige auch in voller Reife zu finden.

Die Blütenknospen (Abb. 1 *b*) der erwähnten Art sind flaschenförmig, ungefähr 2,5 bis 3 cm lang. Die untere bauchige Hälfte der Blumenkrone ist hellrot, die obere, schlanke anfangs grün, später gelb. Die ganze Außenseite des Perianths ist mit filzigen Haaren bedeckt, wodurch sie wie mehlig bestäubt aussieht. Beim Öffnen der Blüte (Abb. 1 *a*) treten die fünf Blumenblätter nur bis zur Mitte auseinander und sind dann zurückgeschlagen. Diese fünf freien Lappen sind im oberen Teil gelb, an der Basis grünlich. Die fünf Staubgefäße stehen aufrecht und ragen aus der Perianthröhre heraus; Filamente und Antheren sind gelb. Der Griffel überragt mit der Narbe die Staubgefäße; jene ist grün. Die Blüten sind protandrisch. Der Pollen tritt bereits in den Knospen aus Längsrissen der Antheren aus und hängt in kleinen Klümpchen beisammen.

Abb. 1. *Loranthus pentandrus*. *a* offene Blüte; *b* Knospe; *c*—*e* Pollenkörner (*c* und *d* trocken, *e* in Wasser); *a* und *b* zweifach vergrößert

Das Vogelleben in den *Loranthus*-Büschen war ein sehr lebhaftes. Von Herrn Siebers wurde eine Anzahl von Vögeln geschossen, deren Beschäftigung an den Blüten direkt beobachtet werden konnte. Es waren folgende Arten: *Zosterops aureiventer* ♀ (*Zosteropidae*, Brillenvögel), *Cinnyris pectoralis* (*Nectariniidae*, Honigsauger), *Dicaeum sollicitans* ♀ (*Dicaeidae*, Blumenpicker). Die nachträgliche Untersuchung dieser Vögel zeigte, daß alle teils an der Schnabelwurzel, teils um die Nasenlöcher und im Gefieder an der Stirn den typischen dreistrahligen *Loranthus*-Pollen aufwiesen. Drei Exemplare von *Dicaeum flammeum* (1 ♂, 2 ♀), die Herr Siebers an derselben Stelle erlegte, zeigten ebenfalls Pollen von *Loranthus* (Abb. 1 *c*, *d*) an der Stirn. Dadurch wurde ich veranlaßt, diesen Vogel, den ich sonst nur bei den Früchten von *Loranthus* zu sehen gewohnt war, auch daraufhin zu beobachten, wie er sich an den Blüten benimmt. Einmal darauf aufmerksam gemacht, konnte ich ihn dann zu wiederholten Malen in den Blütenbüscheln sehen und mit dem Zeißbinokel auch gut bei seiner Arbeit verfolgen. Seitlich steckte er seinen etwas gekrümmten Schnabel in die Blütenknospen, wodurch diese zum Öffnen gebracht wurden. Dabei spritzte der dünnflüssige Honig, der den ganzen

Innenraum der Knospe erfüllt und auch in der gespannten Blütenhülle unter einem gewissen Druck steht, mit ziemlicher Kraft heraus. Die nachträglichen Messungen an der Blüte und des Schnabels von *Dicaeum flammeum* zeigten, daß der Pollen unbedingt an der Schnabelwurzel und dem Stirnansatz des Vogels abgelagert werden muß.

Später schoß Herr Siebers noch ein Exemplar von *Chloropsis nigricollis* ♂ (*Phyllornidae*, Blatt- oder Laubvögel), der auf einem Aste von *Gnetum Gnemon* saß. Koningsberger (1911—1915, S. 239) sagt, daß dieser schöne Vogel vor allem dukus, die Früchte von *Lansium domesticum*, als Nahrung bevorzuge. Allein die nähere Untersuchung der Federchen an der Schnabelwurzel, in denen sich *Loranthus*-Pollen in reicher Menge vorfand, zeugte dafür, daß er auch ein Freund des Zuckerwassers der *Loranthus*-Blüten ist*.

Ein längeres Verbleiben in dem kleinen Gehölz ermöglichte noch ein wiederholtes Beobachten all dieser Vogelarten an den Blüten von *Loranthus*, wobei besonders die Tätigkeit von *Dicaeum flammeum* hervorgehoben zu werden verdient. Dieser Vogel ist nicht nur der Hauptverbreiter der Samen von *Loranthus pentandrus*, sondern auch einer der wichtigsten Bestäuber dieser Pflanze**.

Euphorbia pulcherrima (= *Poinsettia pulcherrima*). In seiner Arbeit „Blütenstände als Vogelblumen" hat Porsch (1923, S. 132—137) diese Art eingehend als „ Vogelblume" gewürdigt. Ergänzend sei hier nur angeführt, daß ich in den Morgenstunden das Nektarium bis an den Rand mit Nektarflüssigkeit erfüllt fand; oft wölbte sich diese als großer Tropfen aus dem Becher vor. Ein Überfließen beobachtete ich nie. Als Besucher der Cyathien konnte ich verschiedene Tagfalter und außerdem die beiden Honigvögel *Cinnyris pectoralis* und *Anthothreptes malaccensis* feststellen.

Carica Papaya. Die Blüten sind nach Werth (1901, S. 235) in erster Linie an den Besuch durch Nachtfalter angepaßt und tatsächlich entsprechen die elfenbeinweiße Farbe und der vorhandene Duft diesem Blumentypus. Werth selbst beobachtete aber auch, daß gelegentlich *Cinnyris gutturalis* den männlichen Blüten einen Besuch abstattet. Volkens (1899, S. 268) erwähnt *Carica Papaya* unter den ornithophilen

* Porsch (1924, S. 598) gibt für den verwandten *Chloropsis aurifrons* an, daß Schnabel- und Zungenbau den Vogel ausgezeichnet zum Blumenbesuche befähigen würden. Auch konnte, wie Porsch (1924, S. 598 Fußnote) anführt, diese Art in der Gefangenschaft in Schönbrunn an den Blüten von *Thibaudia macrantha* Honig trinkend beobachtet werden.

** Die Zeichnungen zu *Loranthus pentandrus* fertigte Frl. Doktor Leopoldine Müller an. Für ihre Mühe gebührt ihr mein herzlichster Dank.

Pflanzen und nennt *Cinnyris-* und *Nectarinia*-Arten die gewöhnlichen Gäste. Hartert (1902, S. 151) wieder schreibt, daß die männlichen Blüten in Sumatra „des Abends, in der kurzen Dämmerstunde von den zahlreichen Arten der Schwärmer (*Sphyngidae*) besucht" werden. Usteri (1907, S. 491) beobachtete einmal in Rio de Janeiro und einmal im botanischen Garten von São Paolo den Besuch durch Kolibris an männlichen Blüten. An den weiblichen Blüten, die nach Maiglöckchen duften, aber honiglos sein sollen, sah er einmal in der Dämmerung einen größeren Schmetterling. Nicht unerwähnt soll hier die Ansicht Usteris (1907, S. 494), daß sich die Samen parthenogenetisch entwickeln, bleiben. Dieses Ergebnis seiner Untersuchungen bedarf aber wohl einer Nachprüfung. Heide (1923, S. 29) sah in Java in den Dämmerungsstunden bis 6 Uhr 20 Min., daß die männlichen Blüten von einer Hesperide, *Hidari irava*, aufgesucht werden; nach diesem Zeitpunkte werden die Blüten durch eine mittelgroße Sphingide besucht. Dagegen konnte er an weiblichen Blüten nie Insektenbesuch feststellen.

Ich konnte gelegentlich in Weltevreden gleichzeitig mehrere Exemplare von *Cinnyris pectoralis* beobachten, die an einem männlichen Baume von einer Blüte zur anderen flogen und diese gründlichst ausbeuteten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Blüten von *Carica Papaya* einen Übergangstypus von der Abendschwärmerblume zur Vogelblume darstellen, wie solche Typen Porsch (1926 a) z. B. in der Orchideengattung *Disa* festgestellt hat, wo vor allem bei *Disa crassicornis* durch die Zygomorphie der Blüte noch eine besondere Anpassung der Blütenform an den Kopf des Blumenvogels in Erscheinung tritt.

*Malvaviscus arboreus**. Die Heimat dieser Malvacee ist Jamaika. Sie ist ein kleiner, niederliegender Strauch mit feuerroten Blüten, und zwar ist die Oberseite der Blumenblätter leuchtend rot, die Unterseite blaßrot. Die Länge der Blüte beträgt von der Basis des Kelches bis zur Spitze des Griffels 5 cm; davon entfallen auf die Entfernung der Basis bis zur Spitze der Kronblätter ungefähr die Hälfte. Der lange, im entwickelten Zustand gedrehte Androgynophor überragt um ungefähr $2^1/_2$ cm die Korolle. Die Blütenblätter sind gedreht und neigen auch bei der voll eröffneten Blüte nie auseinander.

An den Blüten wurde wiederholt Vogelbesuch festgestellt. An einem Tage (7./2. 1924) beobachtete ich um 8 Uhr morgens an einem Strauch gleichzeitig je ein Männchen von *Cinnyris pectoralis*, *Arachnothera longirostris* und *Dicaeum flammeum*. *Arachnothera* flatterte einige Male vor und über dem Strauch, ohne sich aber zu setzen. Zur selben Zeit saßen die beiden anderen Vögel auf den Zweigen, piepsten und schlugen

* Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 2305.

mit den Schwingen. Bei dieser Gelegenheit fand kein Blütenbesuch statt. Einige Wochen später (30./4. 1924 um 9 Uhr früh und am 4./5. 1924 um 8 Uhr früh) aber beobachtete ich *Anthothreptes malaccensis* aus unmittelbarer Nähe an den Blüten. In einer Entfernung von 4 m stehend, gedeckt durch einen Busch, konnte ich das Benehmen des Vogels sehr gut wahrnehmen. Er saß auf einem Zweig und steckte von hier aus von der Seite her den Schnabel in die Blüten. Dabei kam meist keine Berührung zwischen Vogelkörper und den Fortpflanzungsorganen der Blüte zustande. An dem Strauche fand ich nie Früchte. Ob das eine Folge der mangelhaften Bestäubung seitens der Vögel war oder ob Selbststerilität bei dieser Pflanze vorliegt, wurde nicht sichergestellt. Ich vermute letzteres; andere Malvaceen sind sicher selbststeril, wie ich an *Hibiscus rosa sinensis* im Versuche feststellen konnte.

Eine verwandte Art, *Malvaviscus Drummondii*, die im südlichen Alabama (Vereinigte Staaten) daheim ist, wird nach den Berichten von Trelease (siehe Knuth, 1904—1905, III/1, S. 478) von Kolibris besucht.

Helicteres isora. Von den Blüten dieser im malayischen Archipel heimischen Sterculiacee gibt Winkler (1906, S. 254—256) eine gute und eingehende Beschreibung; ebenso ist die ganze Blüteneinrichtung in der erwähnten Arbeit ausführlich behandelt. Die Blüten sind protandrisch, und zwar erstreckt sich die Anthese über zwei Tage. Am ersten Tag, an dem sich die Blüte im männlichen Zustande befindet, ist der Kelch grünlichgelb, die Blumenblätter sind blau, der Androgynophor ist hellgelb und seine Rückseite, die aus der Blüte herausragt, rosa. Schon gegen Abend des ersten Tages, aber noch mehr am zweiten Tage der Anthese sind die Blütenblätter rot*.

Winkler, der als Besucher kleine Honigvögel angibt und der Ansicht Loews, daß die Blüten für die Ausbeutung durch größere Apiden eingerichtet sind, mit Recht widerspricht, hat Vogelbesuch an Blüten in beiderlei Stadien beobachtet. Er meint aber, daß lediglich die roten Blüten eine Fernanlockung auf das Vogelauge ausüben und die Anlockung an die blauen Blüten durch einen schwachen Honiggeruch, den sie im männlichen Zustand ausströmen sollen, bewirkt würde. Allein die Farben Blau, Gelbgrün und Rosa an den Blüten im männlichen Stadium sind eine häufige Kombination bei Vogelblumen und als wirksam auf das Vogelauge nachgewiesen

Ich selbst habe an den blauen Blüten der in Buitenzorg kultivierten Sträucher keinerlei Geruch wahrnehmen können. Als Bestäuber konnte ich in den Vormittagsstunden *Cinnyris pectoralis* beobachten. Beim

* Die Abbildung in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 2061, zeigt die Blüten nur in der Färbung des weiblichen Zustandes.

Besuch der Blüten wird dem Vogel der Pollen von vorne auf die Stirne abgeladen

*Calliandra Tweedii**. Diese in Südbrasilien heimische Mimosacee hat Blüten, deren Schauapparat durch die zahlreichen rot gefärbten Staubgefäße zustande kommt. Die Blüten sind zu köpfchenförmigen Blütenständen vereinigt. Die Korolle ist kurz, röhrenförmig und von gelblichgrüner Färbung. Aus ihr ragen die ungefähr 3 cm langen, ziemlich starren Staubgefäße hervor. Die Antheren werden nur wenig von der Narbe überragt. Nach Loew (in Knuth, 1904—1905, III/1, S. 351) sind die Blüten ornithophil. In Buitenzorg beobachtete ich einmal den Besuch durch *Anthothreptes malaccensis* ♀.

Erythrina crista galli. Bei dieser brennendrot blühenden Art wurde sowohl Vogel- wie Insektenbesuch von zahlreichen Beobachtern angegeben**

In Buitenzorg sah ich sowohl *Arachnothera longirostris* als auch *Anthothreptes malaccensis* die Blüten besuchen. Einmal hatte ich das Glück, aus nächster Nähe gleichzeitig fünf Individuen von *Arachnothera* zu belauschen. Die Vögel saßen auf einem in der Nähe der Blüten befindlichen Zweig oder auf der Blütenstandsachse und führten den Schnabel seitlich in die Blumen ein, wobei sie weder die Antheren noch die Narbe berührten. *Anthothreptes* dagegen besucht die Blüten derart, daß die Staubgefäße ausgiebig mit dem Scheitel des Vogels in Berührung kommen. Heide (1923, S. 24) sah in Buitenzorg *Cinnyris pectoralis* bei der Bestäubung der Blüten dieser *Erythrina*-Art.

Erythrina indica. Nach mündlichen Mitteilungen von Herrn Bartels wird diese Art zur Zeit der Blüte stets ausgiebig von Honigvögeln besucht. Bartels wies auch das Vorhandensein von Nektar im Magen der Vögel nach.

Ein in der Nähe meines Hauses freistehender Baum dieser Art wurde, wenn er in voller Blüte stand, am Morgen zwischen 7 und 8 Uhr stets von ganzen Scharen von *Buchanga longa* besucht, die den Nektar der Blüten eifrigst ausbeuteten. *Buchanga* gehört in die Familie der *Dicruridae* (Würgerschnäpper, Drongos). Er ist ein schwarzer Vogel, ungefähr von der Größe einer Amsel, der vor allem in den Abendstunden durch seinen schönen und gewandten Flug eine Augenweide bildet. Hoch oben auf möglichst freiabstehenden Zweigen sitzend, lauert er auf Insekten und stürzt sich sicher auf seine Beute, um dann wieder in kurzem Bogen auf den Sitzplatz zurückzukehren. Vor allem aus-

* Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 4188.

** Siehe Knuth: Handbuch der Blütenbiologie III/1, S. 411.

fliegende Termiten sind eine begehrte Nahrung dieses Vogels. (Siehe auch Porsch, 1924, S. 592.)

Moseley (in Knuth, 1904—1905, III/1, S. 414) stellte außer Honigvögel auf den Fiji-Inseln eine Lori-Art und in Australien einen pinselzüngigen Papagei (*Trichoglossus swainsonii*) als Besucher der Blüten diese *Erythrina*-Art fest.

Sesbania grandiflora. Diese Papilionacee ist in Ostindien, im malayischen Archipel und in Australien heimisch. Die Blüten einer rotblühenden Varietät wurden in Buitenzorg häufig von Honigvögeln besucht. Einmal konnte ich um 12 Uhr Mittag mehrere Exemplare von *Cinnyris pectoralis* (?) an den Blüten beschäftigt sehen. Die Vögel saßen auf Zweigen neben den Blüten und führten den Schnabel in diese ein. Sie verweilten lange und beuteten jede Blüte gründlich und ohne Hast aus.

Bei dieser Art beschreibt Tiwary (1926) Honigdiebstahl durch *Palaeornis torquatus*, *Arachnothera asiatica* und *Molpastes intermedium*, den er in Benares beobachtet hat.

Trichosporum pulchrum. Die Blüten* dieser epiphytischen Gesneriacee des javanischen Regenwaldes wurden von Porsch (1924, S. 678—682) im Hinblick auf ihre Vogelblütigkeit und ihre blütenbiologisch-anatomischen Einrichtungen eingehend gewürdigt.

Dadurch, daß die Blüten aufrecht an den Enden herabhängender Zweige stehen, ist jede Sitzgelegenheit für den Vogel ausgeschaltet, eine Tatsache, die bereits Delpino (nach Knuth, 1904—1905, III/2, S. 145) festgestellt hat. Für eine Vogelblume der alten Welt ist dies eine höchst eigenartige Erscheinung. Als Besucher kommen daher nur Vögel in Betracht, die wie *Arachnothera longirostris* vor den Blüten flatternd den Honig zu saugen imstande sind.

Ich selbst hatte trotz oft stundenlangen Wartens leider nie Gelegenheit, die Bestäubung durch Vögel zu sehen. Herr Bartels aber teilte mir mit, daß tatsächlich eine *Arachnothera*-Art, nämlich *A. armata*, die Blüten besucht, und zwar stets vor ihnen flatternd.

*Spathodea campanulata***. Eine genaue Beschreibung der Blüten dieses zu den Bignoniaceen gehörigen Baumes in bezug auf ihre blütenbiologischen Einrichtungen gibt Winkler (1906, S. 261—266). Die brennendrot und gelb gefärbten Blüten üben eine außerordentliche Anziehungskraft auf Vögel aus. Winkler führt als Besucher Schmetterlinge und Honigvögel an, wobei er allerdings erstere als Bestäuber aus-

* Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 4264.

** Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 5091.

schaltet. Er schreibt: „Die Blüte ist offenbar an Honigvögel angepaßt, die denn auch zahlreich in blühenden Kronen ihr Wesen treiben. Ob sie dabei der geringen Menge häufig noch durch Wasser verdünnten Honigs nachgehen oder vielmehr den Insekten, die in das im Kronenbauch enthaltene Wasser fallen, oder ob sie überhaupt nur kommen, um das Wasser zu trinken, muß ich dahingestellt sein lassen."

Knuth (1904—1905, III/2, S. 138), der den Baum in Java kennenlernte, gibt so reichliche Honigabsonderung an, daß die Kronenröhre zuweilen ganz erfüllt ist. Als Besucher beobachtete er *Pycnonotus aurigaster* (*Brachypodidae*, Kurzfußdrosseln) und *Copsychus saularis*, eine Turdide, wobei er nur ersteren in seiner Tätigkeit genau verfolgen konnte. Auch Koningsberger (1911—1915, S. 61) sah *Pycnonotus* an den Blüten von *Spathodea*, wo dieser Vogel seiner Meinung nach in den Blumenkronen aufgefangenes Regenwasser trinkt.

Ich glaube, daß weder gelegentlich vorhandenes Regenwasser noch die in diesem ab und zu gefangenen Insekten von den Vögeln gesucht werden, sondern daß es vielmehr der regelmäßig und in großen Mengen in den Morgenstunden abgesonderte Honig ist, der den Massenbesuch durch Vögel bewirkt. Meine eigenen Beobachtungen dürften diese Ansicht bestätigen. Zum ersten Male am 22. April 1923 sah ich um ½8 Uhr früh die Blütenstände von *Spathodea* von einer Schar großer Vögel auf das lebhafteste besucht. Es war ein fortwährendes Kommen und Wegfliegen. Mit dem Fernglas waren sowohl die Vögel selbst als auch ihr Verhalten an den Blüten deutlich zu erkennen. Die Vögel gehörten alle derselben Art, *Sturnopastor jalla* (*Sturnidae*, Stare), an. Sie sind ausgesprochene Insektenfresser. Man sieht sie tagsüber in Buitenzorg überall auf den Rasenplätzen in Gärten, auf brachliegenden Feldern herumstolzieren und dem Insektenfang obliegen. Auf Bäumen sah ich sie, mit Ausnahme der Morgenstunden, nie. Nur in diesen konnte ich sie, sowie dies oben geschildert, auch späterhin immer wieder antreffen. Aber bereits um ½9 Uhr war keiner dieser Vögel mehr in den Bäumen zu sehen; da waren sie bereits auf dem Boden, wo sie ihre Nahrung suchten.

Beim Besuche der Blüten setzten sich die beobachteten Vögel in der Mitte des Blütenstandes auf den noch ungeöffneten Knospen nieder. Sie steckten den Kopf tief in die helmförmige Korolle, wobei die Brust mit den Staubgefäßen sowohl wie mit der Narbe in Berührung kam. Von Zeit zu Zeit hoben sie den Kopf empor und neigten ihn nach hinten, wie es trinkende Vögel zu tun pflegen. Der ganze Vorgang konnte deutlich mit dem Fernglas wahrgenommen werden. Zur Blütezeit von *Spathodea* waren die Blumen in den Morgenstunden täglich von *Sturnopastor jalla* besucht.

Sanchezia nobilis. Diese tropisch-amerikanische Acanthacee wird auf Java vielfach kultiviert. Verwunderlicherweise sagt Loew (in Knuth, 1904—1905, III/2, S. 151): „Nach dem Bau der Blüten müßte man Tagfalter oder sehr langrüsselige Bienen als Besucher vermuten, Knuth hat jedoch ausschließlich Honigvögel beobachtet. Diese verfuhren ganz wie an *Canna indica* und können auch hier sicher gelegentlich Bestäubung vermitteln, von einer Anpassung an Vogelbesuch kann aber keine Rede sein." Das Benehmen der Honigvögel an *Canna indica* ist aus der diesbezüglichen Stelle bei Knuth (1904—1905, III/1, S. 187) nicht ganz klar verständlich. *Cinnyris pectoralis* gelangt bei *Canna indica* durch Anbohren der Kronröhre an der Basis zum Honig, wie dies van der Meer Mohr (1919) festgestellt hat. Ähnlich verfährt nach Porsch (1924, S. 567) an den Blüten von *Sanchezia* sowohl *Cinnyris pectoralis* wie auch *Anthothreptes malaccensis.*

Die Blüten von *Sanchezia nobilis** sind gerade durch ihren Bau und ihre Färbung, durch den Reichtum an dünnflüssigem Honig und durch ihre vollkommene Geruchlosigkeit ausgiebigst als Vogelblumen gekennzeichnet. Und nur Vögel mit sehr langem Schnabel — in der Heimat Ecuador sicherlich Kolibris — sind imstande, den Honig bei gleichzeitiger Bestäubung auszubeuten. Honigvögel, wie *Cinnyris* und *Anthothreptes* mit verhältnismäßig kurzen Schnäbeln sind daher zum Honigdiebstahl gezwungen. Auf Java ist es *Arachnothera longirostris*, der, befähigt durch die Länge seines Schnabels, auf normale Weise durch die Kronröhre zum Honig gelangt. Bei dem Mangel irgend einer Sitzgelegenheit im Bereiche der Blüten ist der Vogel gezwungen, vor diesen flatternd sein Durstbedürfnis zu stillen.

Der Blütenbesuch durch *Arachnothera* in der eben beschriebenen Art wurde von mir sehr häufig beobachtet**.

Pachystachys coccinea Nees (= *Jacobinia coccinea* (Nees) Hiern). Diese aus Brasilien stammende Acanthacee wird auf Java als Zierstrauch gepflanzt und kommt gelegentlich auch verwildert vor. Sie trägt allerdings nie Früchte, was wahrscheinlich damit zusammenhängen dürfte, daß sie seinerzeit in einem oder ganz wenigen Exemplaren nach Java eingeführt, hier stets durch Stecklinge vermehrt wurde, so daß, ähnlich wie bei *Thunbergia grandiflora* (Cammerloher, 1927, S. 57—59), sämtliche javanische Pflanzen einem einzigen oder einigen wenigen

* Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 5594.

** Bildliche Darstellungen des Honigdiebstahles durch *Anthothreptes malaccensis* und des normalen Besuches der Blüten durch *Arachnothera longirostris* gibt Porsch (1924) in den ausgezeichneten Abbildungen 9 und 10 der Tafel II der angegebenen Arbeit. Klar ist die Stellung der Staubgefäße und des Griffels zum Körper der besuchenden Vögel auf diesen Bildern wiedergegeben.

selbststerilen Klonen angehören. Da diese Art aber unterirdische Ausläufer bildet, aus denen nach oben Triebe hervorkommen, so ist ein Verwildern leicht möglich.

Die roten Blüten werden nach meinen Beobachtungen von *Arachnothera longirostris* besucht, und zwar indem der Vogel entweder vor jenen flattert oder indem er sich am unteren Teil des Blütenstandes festhält und den Schnabel in die Blüten einführt. In beiden Fällen erfolgt eine Berührung mit den Fortpflanzungsorganen der Blüte, wobei der Pollen an der Schnabelwurzel hängen bleibt. Eine Bestäubung ist also möglich, bleibt aber wahrscheinlich aus dem oben angeführten Grunde erfolglos. Die Ausbeutung der einzelnen Blüte währt nie lang. Der Schnabel wird rasch in die Kronröhre gestoßen, dann folgt ein kurzes, drei bis vier Sekunden dauerndes Verweilen und darauf ein rasches Zurückziehen.

*Stachytarpheta mutabilis**. Alle drei nach Lam and Bakhuizen v. d. Brink (1921, S. 6) in Java vorkommenden *Stachytarpheta*-Arten sind tropisch-amerikanisch, heute aber hier häufig kultiviert und verwildert Die beiden Arten *St. dichotoma* mit schmutzigweißen oder blaßblauen Blüten und *St. jamaicensis* mit blauen Blüten sind ausgesprochen insektenblütig. Und zwar sind es vor allen *Anthophora zonata* und *Xylocopa*-Arten, die als Bestäuber in Betracht kommen.

Die dritte Art, *St. mutabilis***, hat rosa gefärbte Blüten. Diese sind größer als die der zwei erst genannten Arten. Sie sind homogam und zur Zeit des Erblühens ist bei gleichzeitiger Empfängnisfähigkeit der Narbe die Kronröhre voll von ausgefallenem Pollen. Die Blüten stehen in langen ährenförmigen Blütenständen (Abb. 2*a*) und erblühen in akropetaler Folge. Es sind immer nur einige wenige Blüten gleichzeitig offen.

Die Blüten dieser Art sind deshalb von besonderem blütenbiologischen Interesse, weil sie in gewissem Sinne einen Übergangstypus von der Bienenblume zur Vogelblume darstellen. Sie werden so wie die Blüten ihrer beiden verwandten Arten von Holzbienen, namentlich von *Xylocopa latipes* und *X. coerulea* besucht und auch erfolgreich bestäubt.

Außer von diesen Insekten wird aber *St. mutabilis* auch ganz regelmäßig von Honigvögeln, insbesondere von *Anthothreptes malaccensis* beflogen, und zwar mit einer solchen Häufigkeit, daß ich stets, zu allen Tageszeiten in Buitenzorg damit rechnen konnte, schon nach kurzem Warten einen Vogel an den Blüten beschäftigt zu finden. Die verhältnis-

* Die hier wiedergegebenen Abbildungen sind noch nicht veröffentlichte Bilder einer demnächst erscheinenden Arbeit von Porsch. Herrn Prof. Porsch danke ich herzlichst für sein Entgegenkommen und für die Überlassung der Druckstöcke.

** Eine nicht sehr gelungene Abbildung ist in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 976, zu finden; dagegen ist die Abbildung in Diction. sci. nat., 1854, Taf. 39, im Habitus gut.

mäßig kleinen Blüten (Länge der Kronröhre ungefähr 2 cm) sind reich an Honig. Dieser und die erst rote, später rosa verblassende Farbe üben eine mächtige Anziehung auf den Vogel aus. Beim Besuche der Blüten durch *Anthothreptes* bleibt der Pollen ungefähr in der Mitte des Schnabels haften, wo ich ihn mit dem Fernglas deutlich als weißen Ring erkennen konnte.

Abb. 2. *Stachytarpheta mutabilis*. *a* Teil eines Blütenstandes; *b* einzelne Blüte (nach Porsch)

An *St. mutabilis* habe ich im Laufe der Jahre am häufigsten Vogelbesuch beobachten können. *Anthothreptes* benutzt den unteren Teil des Blütenstandes als Sitzstange und beutet von hier aus die darüber stehenden Blüten der Reihe nach aus. Sind auf diese Weise die Blüten einer Infloreszenz ausgetrunken, so fliegt er auf, um zielbewußt den nächsten Blütenstand aufzusuchen, bis der ganze Strauch abgesucht ist.

Über den Übergang von der Insektenblume zur Vogelblume bei *St. mutabilis* berichtet bereits Porsch (1915, S. 4). Er erwähnt dort, daß *Cinnyris pectoralis* der ausschlaggebende Bestäuber in Buitenzorg sei, daß aber auch der Besuch und die Bestäubung durch Tagfalter auf Grund des Gesamtbaues der Blüte möglich sei. Ich selbst habe nie Tagfalter an den Blüten gesehen, stets dagegen, wie schon früher erwähnt, Holzbienen, die mit einer solchen Regelmäßigkeit die Blüten besuchen, daß ihr Anteil an der Bestäubung sicher dem der Honigvögel gleichkommt.

*Stifftia chrysantha**. Diese Kom-

* Abgebildet in Curtis's Botanical Magazine, Taf. 4438.

posite ist in Brasilien heimisch. Sie ist ein hoher, ziemlich buschiger Strauch mit großen endständigen Blütenköpfchen. Die Einzelblüten sind groß und lebhaft orangerot gefärbt. Der Pappus erreicht fast das obere Ende der Blüte; er ist feinhaarig und ebenfalls orangefarbig. Als Blütenbesucher beobachtete ich in Buitenzorg *Arachnothera longirostris* und *Aethopyga mystacalis*. Ersterer besuchte die Blüten stets flatternd, wobei er von oben seinen langen Schnabel in die Blumenröhre einschob. *Aethopyga* setzte sich auf die Hüllschuppen. Ob er von hier aus Ameisen aufpickte, die stets sehr zahlreich die Blütenstände von *Stifftia* bevölkern, oder seitlich die Blüten aufschlitzte, um zum Honig zu gelangen, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen.

Aloe spec. Die Art besitzt lachsrote hängende Blüten, die große Mengen von Nektar enthalten. Sie wurden von *Anthothreptes malaccensis* besucht, der die Blütenstandsachse als Sitzstange benutzte. Eine kleine stachellose Biene, *Trigona* spec., wurde oft pollensammelnd an den Antheren angetroffen, wobei, da die Narbe in gleicher Höhe mit diesen stehen, eine Bestäubung leicht erfolgen kann.

Musa sapientium. Die Blüte der Banane ist schon seit langem richtig als vogelblütig erkannt worden. In diesem Zusammenhange soll sie aber nur deshalb angeführt werden, weil ich Gelegenheit hatte, einen Vogel als Blumenbesucher zu beobachten, der sonst wohl nur sehr selten als solcher in Betracht kommt.

Zu dem halb abgeblühten Blütenstand einer am Straßenrande stehenden Banane flog in den Vormittagsstunden ein Specht, *Dendrocopus analis*, der sich auf die Deckblätter der noch geschlossenen Blüten niederließ, indem er sich auf seine fest an die Hüllblätter angedrückten Schwanzfedern stützte. Er führte den Schnabel der Reihe nach in die offenen Blüten ein und trank sie langsam aus, wobei ihm sicherlich der den Spechten eigentümliche Bau der vorstreckbaren Zunge mit ihren Widerhaken sehr zu statten kam. Durch 1½ Minuten konnte ich den Vogel bei dieser Tätigkeit beobachten; erst ein vorüberfahrender Wagen störte den Vogel auf und veranlaßte ihn zum Wegfliegen.

Die Beobachtung ist aus mehrfachen Gründen von Belang. Erstens handelt es sich um einen Vogel, der vor allem Insekten und deren Larven als Nahrung zu sich nimmt. Allerdings lassen sowohl Koningsberger (1911—1915, S. 304) als auch Dammerman (1919, S. 241) die Möglichkeit zu, daß der Schaden, den dieser Vogel gelegentlich in Zuckerrohrfeldern anrichtet, auf seine Vorliebe für den süßen Saft des Zuckerrohres zurückzuführen sei.

Die Beobachtung liefert aber auch ein weiteres Beweisstück für die Richtigkeit der Ansicht von Porsch über die von ihm aufgeworfene

Frage: „Wie und wo entstand die Vogelblume?“ Porsch selbst (1924, S. 568, 572, 581) beantwortet diese Frage mehrfach folgendermaßen: „Er (der Vogel) sucht den Nektar als einen wesentlichen Teil seiner Nahrungsquelle und ein Mittel, sich den Durst zu stillen.“ Ferner: „In dem bei der gesteigerten Körperleistung des Luftlebens begreiflichen Durstgefühl lag wohl der erste natürliche Anlaß zur Entwicklung gegenseitiger Beziehungen zwischen Vogel und Blume.“ Schließlich: „Die Vogelblume verdankt ihre Entstehung dem Drange des Vogels, sein Flüssigkeitsbedürfnis zu stillen. Zur Weiterentwicklung der beiderseitigen Umbildung trugen der vom Vogel durch sein Abtrinken auf die Blume ausgeübte Reiz und die gesteigerte Zuckeraufnahme wesentlich bei.“

Porsch ist also der Ansicht, daß die erste Veranlassung zum Besuche der Blüte für den Vogel in dem Bedürfnisse, seinen Durst zu stillen, gelegen sei. Diese Ansicht wird wesentlich durch solche Beobachtungen gestärkt, wo ein Vogel, wie im vorliegenden Falle ein Specht, der sonst nicht zu den gewohnten Blumenbesuchern gezählt werden kann, beim Austrinken reichlich vorhandenen Nektars aus Blüten angetroffen wird. Auch der früher erwähnte Besuch der *Spathodea*-Blüten durch *Sturnopastor jalla* wäre hier als Beweisstück nochmals zu erwähnen.

Cocos nucifera. Über den Besuch der Blüten der Kokospalme durch Honigvögel macht Porsch (1926 b) ausführliche Angaben auf Grund des Studiums der Literatur. Auch Forbes (1886, I, S. 205) schreibt von *Cinnyris Hasselti*, daß er die Blüten besuche, ohne aber anzugeben, was die Tiere aus den Blüten als Nahrung beziehen und von *Myzomela Annabellae* schreibt er (1886, II, S. 63), daß er „um die Blüten der Kokospalmen flatterte“. Dahl (in Knuth, (1904—1905, III/1, S. 78) führt als Besucher einen kleinen pollenfressenden Papagei, *Charmosyna subplacens*, und zwei Nectariniiden, *Cinnyris frenata* und *C. corinna*, an, die er auf dem Bismarcksarchipel regelmäßig beim Blütenbesuch an den Kokospalmen beobachten konnte.

In dieser Verbindung soll auch eine Wahrnehmung angeführt werden, die ich in meinem Garten bei Buitenzorg zu wiederholten Malen machen konnte. Die Blüten der dort befindlichen Kokospalmen wurden ganz regelmäßig von *Pycnonotus aurigaster* aufgesucht. Allein ich konnte nie feststellen, was die Tiere in den Blütenständen eigentlich treiben. Auch mit dem Fernglas konnte nur gesehen werden, daß die Vögel zwischen den Blüten den Kopf senken und auch immer längere Zeit in den Infloreszenzen sich zu schaffen machen; ob sie aber Honig trinken, oder Pollen fressen oder Insekten erbeuten, war nicht deutlich zu erkennen.

Die Frage, ob die Blüten der Kokospalme Nektar absondern, war eigentlich lange Zeit strittig. Erst in neuerer Zeit wurde von van der

Wolk (1912, S. 43) diese Frage wenigstens für die weiblichen Blüten im bejahenden Sinne beantwortet. Bei seiner Untersuchung über die Blütenbiologie der Kokosblüten schreibt er: „.... de stempels ontplooien zich en een kolossale honigafscheiding begint op te treden." Nach seinen Befunden werden in Buitenzorg die Blüten vor allem durch Insekten bestäubt, doch soll auch Windbestäubung nicht ausgeschlossen sein. Auf Grund der Angaben van der Wolks, daß die Honigabsonderung eine so enorme sei, wäre natürlich der Besuch durch Vögel sehr wohl begreiflich. Bedauerlich ist nur, daß van der Wolk nicht angibt, welche Insekten die Bestäubung vollziehen, und daß er deren Tätigkeit nicht kritisch beleuchtet. Denn ein Besuch durch Insekten muß noch keine Bestäubung mit sich bringen.

Freycinetia spec. Ebenso wie die Blütenstände von *Freycinetia funicularis** werden auch die der hier zu besprechenden, noch unbestimmten Art aus Süd-Neuguinea im botanischen Garten zu Buitenzorg** vor allem von *Pycnonotus aurigaster* besucht. Die innersten Hüllblätter sind einheitlich lachsrot, während die äußeren noch deutlich den Übergang vom normalen grünen Blatt zeigen. Ihre Basis ist rot, dann folgt nach oben ein scharf abgegrenzter, tiefzitronengelber Teil, an den sich der grüngefärbte, blattartige Teil anschließt. Die ganze Infloreszenz ist sehr ähnlich gebaut wie bei *Fr. funicularis*, nur ist sie als Ganzes und in ihren Einzelheiten viel größer. Die Beköstigungskörper sind hellrosa, sehr weich, fast cremeartig und saftig. Ihr Geschmack ist deutlich süß. Bei geöffneten Blütenständen findet man diese und auch die innersten Hüllblätter immer angefressen.

Beim Blütenbesuch setzt sich *Pycnonotus* stets auf die äußeren Hüllblätter und von hier aus frißt er die Beköstigungskörper ab, wobei er sich ausgiebig Zeit läßt und langsam und vorsichtig Stück für Stück losreißt. Dabei kommt sein Scheitel in innige Berührung mit den Infloreszenzkolben und wird allmählich vom anhaftenden Pollen ganz dunkelgelb gefärbt.

Literaturverzeichnis

Cammerloher, H. (1923): Over eenige minder bekende lokmiddelen van bloemen. De Tropische Natuur, S. 145—152.

— — (1927): Über einige Fälle von Unfruchtbarkeit kultivierter Pflanzen fremder Florengebiete. Österr. botan. Zeitschr., LXXVI, S. 57—65.

Dammerman, K. W. (1919): Landbouwdierkunde van Oost-Indië, Amsterdam, de Bussy.

* Über die Bestäubung von *Freycinetia funicularis* durch Vögel siehe die Arbeiten: Porsch (1915, S. 4, und 1923, S. 127—131) und Cammerloher (1923, S. 148—151, und 1927, S. 64).

** Im Buitenzorger botanischen Garten steht ein männliches Exemplar dieser Art in der Lianenabteilung unter Nummer XV A 69.

Forbes, H. O. (1886): Wanderungen eines Naturforschers im Malaiischen Archipel. Autor. deutsche Ausgabe, Bd. I und II. Jena: H. Costenoble.
Hartert, E. (1902): Aus den Wanderjahren eines Naturforschers. Novitates Zoologicae, IX.
Heide, F. F. R. (1923): Biologische onderzoekingen bij Landbouwgewassen. II. Bloembestuiving in West-Java. Mededeelingen van het Algemeen Proefstation voor den Landbouw, Nr. 14, S. 20—37.
Knuth, P. (1904—1905): Handbuch der Blütenbiologie, Bd. III, 1. u. 2. Teil. Leipzig: W. Engelmann.
Koningsberger, J. (1911—1915): Java Zoölogisch en Biologisch Buitenzorg, Dep. v. L. N. en H.
Lam, H. J. and **Bakhuizen v. d. Brink, R. C.** (1921): Revision of the Verbenaceae of the Dutch East-Indies and surrounding countries. Bull. Jard. bot. (Buitenzorg), 3 Sér., III, S. 1—116.
v. d. Meer Mohr, J. C. (1919): Eigenaardige Manieren van Cinnyris pectoralis Horsf. De Tropische Natuur, S. 122—125.
Porsch, O. (1915): Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner botanischen Studienreise nach Java. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, Sitzungsanzeiger, XXI, S. 1—8.
— — (1922): Methodik der Blütenbiologie. In Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, 1. Teil, S. 395—514.
— — (1923): Blütenstände als Vogelblumen. Österr. botan. Zeitschr., LXXII, S. 125—149.
— — (1924): Vogelblumenstudien I. Jahrb. f. wiss. Bot., LXIII, S. 553 bis 706.
— — (1926 a): Vogelblütige Orchideen I. Biologia generalis, II, S. 107 bis 136.
— — (1926 b): Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel I. Biologia generalis, II, S. 217—240.
— — (1927): Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel II. Biologia generalis, III, S. 171—206.
Tiwary, N. K. (1926): A note on a short-cut to the honey in Sesbania grandiflora. Journ. Indian Bot. Soc., V, S. 121—123.
Usteri, A. (1907): Studien über Carica Papaya L. Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXV, S. 485—495.
Volkens, G. (1899): Über die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. Schwendener Festschrift, S. 251—270. Berlin: Borntraeger.
Werth, E. (1901): Blütenbiologische Fragmente aus Ostafrika. Verh. Bot. Ver. Brandenburg, XXII, S. 221—260.
Winkler, H. (1906): Beiträge zur Morphologie und Biologie tropischer Blüten und Früchte. Englers botan. Jahrb., XXXVIII, S. 233—271.
van der Wolk. (1912): In Jaarboek van het Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel in Nederlandsch-Indië, S. 42—43.

Die Reduktionsteilung bei *Cladophora glomerata*

Von

Bruno Schussnig (Wien)

(Mit 1 Textabbildung)

Im Verlaufe einer Untersuchung über die Entwicklung der Zoosporen und Gameten von *Cladophora*, die ich von einer Schülerin von mir ausführen ließ, fielen mir bei einigen Zellen eigentümliche Kernteilungen auf, die ganz wesentlich in ihrer Physiognomie von den gewöhnlichen vegetativen Mitosen abwichen. Bei genauerer Betrachtung konnte ich feststellen, daß diese abweichenden Mitosen in den Gametangienzellen, und nur in diesen, vorkommen.

Die Gametangien von *Cladophora glomerata* lassen sich auch in gefärbten Präparaten ohne Schwierigkeit von den Zoosporen erzeugenden Zellgliedern unterscheiden. Sie sind schon in frühen Stadien mit besonders dichtem Protoplasma versehen, in welchem Chromotophoren und Pyrenoide dicht gelagert sind. Die Zahl der darin enthaltenen Kerne übersteigt die Zahl in den Zoosporangienanlagen; auch ist die Abgliederung der Gameten physiognomisch verschieden von derjenigen, die zur Zoosporenbildung führt. Doch ich will den Resultaten meiner Schülerin nicht vorgreifen; das wird sie demnächst genauer beschreiben. Ich wollte hier bloß darauf hinweisen, daß zwischen Gametangien und Zoosporangien dieser *Cladophora*-Art deutliche Unterschiede vorhanden sind, so daß eine Verwechslung beider bei näherer Bekanntschaft mit genanntem Objekte nicht möglich ist.

Ebenso sind die vegetativen Kernteilungen, speziell nach der musterhaften Untersuchung derselben durch T'Serclaes, nicht zu verkennen, zumal sie in der Ana- und Telophase eine sehr charakteristische Bisquitgestalt aufweisen. Die mitotischen Stadien der Gametangienkerne zeigen demgegenüber von der Prophase angefangen ein durchaus verschiedenes Verhalten. Ich will die Unterschiede hier ganz kurz veranschaulichen und behalte mir die genauere Beschreibung derselben für eine detailliertere Darstellung, die ich erst nach genauem Studium der Mikrotomschnitte geben kann, vor.

Die chromatische Substanz differenziert sich zu Beginn der Prophase nicht in so regelmäßiger Form wie bei den vegetativen Kernen, sondern man erkennt von Anfang an die Anlage eines, wenn auch schwach an-

gedeuteten Spirems. Dadurch, daß sich die Chromatinsubstanz sehr rasch auf diesen Spiremelemente verdichtet, bekommt der Kernraum ein sehr helles, durchsichtiges Aussehen, eine Erscheinung, die in den vegetativen Prophasen nicht sichtbar ist. Ferner verschwinden die in Zwei- bis Dreizahl vorhandenen Nukleolen sehr bald, so daß sie schon in der späten Prophase, in der Regel wenigstens, nicht mehr sichtbar sind. Ob sie aufgelöst werden oder an der Bildung des Spirems teilnehmen, kann ich derzeit noch nicht entscheiden. Weiters kommt noch als Charakteristikum dieser Mitosen die Bildung einer intranukleären Spindel hinzu, welche schon in der Prophase zur Hälfte angelegt wird. Die andere Hälfte wird frühestens zur Zeit der Metaphase sichtbar. Während die erstere Spindelhälfte in der Regel zugespitzt ist, erscheint die letztere in mehrere Bündel aufgelöst, d. h., sie ist mehrpolig. Ob wenigstens in der spitzen Spindelhälfte ein Centrosom liegt, konnte ich bis jetzt auch nicht entscheiden. Schließlich will ich erwähnen, daß bei der Anaphase die Kernwand keine Einschnürung in der Mitte zeigt, wie das für die vegetativen Kerne der Fall ist. Der Kernraum bleibt zunächst mehr oder weniger unverändert und die Spindelfigur mit den darauf verteilten Chromosomen nimmt ungefähr die Gestalt eines geraden oder schwach gebogenen Zylinders an.

Weisen schon alle diese Merkmale darauf hin, daß es sich um einen besonderen Kernteilungsvorgang handeln muß, so lieferte mir eine genauere Beobachtung desselben den Beweis dafür, daß in diesen Kernen die Reduktionsteilung vor sich geht. Der Leser wird sich davon überzeugen können, wenn er die beigegebene Abbildung betrachtet. In *A* ist eine früheste Prophase abgebildet. Zwei Nukleolen sind noch vorhanden, doch die chromatische Substanz zeigt schon spiremartige Anordnung und es ist an manchen Stellen ein paralleler Verlauf gewisser Spiremstränge nicht zu verkennen. In *B* ist das Synapsisstadium wiedergegeben, wobei ich erwähnen muß, daß ich nicht alle Chromatinstränge in die Zeichnung eintragen konnte, weil dafür die In-toto-Präparate zu dicht sind. In *C* ist das Diakinesestadium festgehalten, in welchem die bivalenten, kurz stäbchenförmigen Chromosomen sehr deutlich in Erscheinung treten. In *D* schließlich sieht man das Auseinanderweichen der Chromosomenpaare in der Anaphase. Der Kernraum hat sich wohl gestreckt, ist aber nicht in der Mitte eingeschnürt. Die feinen Linien links und rechts vom Chromosomenkomplex deuten den Spindelraum an, deren feinere Struktur ich jedoch in den ungeschnittenen Präparaten nicht deutlich genug wahrnehmen konnte. Sind diese Bilder an und für sich suggestiv genug, so liefern sie bei der Feststellung der Chromosomenzahl den letzten Beweis für die Reduktionsteilung. In *C* konnte ich mindestens 31 Chromosomenpaare zählen, in *D* sind in jeder Spindelhälfte je 15 solche abgebildet. Wenn man damit die von t'Serclaes

bei derselben *Cladophora*-Art festgestellte Zahl der vegetativen Chromosomen von 68 vergleicht und dazu berücksichtigt, daß meine derzeitigen Zählungen an In-toto-Präparaten vorgenommen wurden, so nähern sich meine Zahlen ganz erheblich der zu erwartenden Zahl 34. Ich will noch dazu erwähnen, daß ich außer in den abgebildeten Kernen noch an vielen anderen immer wieder über 30 Chromosomenpaare feststellen konnte.

Das mir vorliegende Material, welches ich im Frühjahr 1923 im Wienfluß bei Hütteldorf (Wien) sammelte und mit heißem Sublimat-Alkohol-Eisessig fixierte, ist ferner auch deswegen interessant, weil in ihm beide Arten von Schwärmern enthalten sind. Es ergibt sich daraus, daß auf ein und demselben Thallus an verschiedenen Zweigen sowohl Zoosporen als auch Gameten erzeugt werden. In den sich zur Zoosporenbildung anschickenden Ästen konnte ich stets nur die charakteristischen vegetativen Mitosen nachweisen, in denen ich approximativ die von T'SERCLAES festgestellte diploide Zahl der Chromosomen bestätigen konnte. Es ergibt sich daraus die überraschende Tatsache, daß *Cladophora glomerata* ein Diplobiont ist. Ob dasselbe auch für die anderen *Cladophora*-Arten gilt, läßt sich zur Zeit nicht voraussagen. Das kann nur die Empirie zeigen. Wohl glaube ich an dieser Stelle noch auf folgende Tatsachen hinweisen zu dürfen, die einerseits meine Befunde bekräftigen und anderseits geeignet erscheinen, ein neues Licht auf die Chlorophyzeen überhaupt zu werfen.

Bis heute hat man an der Vorstellung festgehalten, daß alle bisher bekannten Chlorophyceen, mit Ausnahme der apogamen Form von *Chara crinita*, haploid sind. Diese Annahme war weniger durch positive Befunde als vielmehr durch den Umstand begründet, daß nirgends eine das Gegenteil davon wahrscheinlich machende Tatsache bekannt wurde; dies um so weniger, als eine relativ so hochorganisierte Grünalge wie *Coleochaete* als sicherer Haplobiont erkannt wurde. Die Keimung der Zygoten durch Schwärmsporen, welche in der Vierzahl gebildet werden, bei allen bisher entwicklungsgeschichtlich besser untersuchten Ulotrichalen und deren Derivaten war denn auch nur zu geeignet, die Vorstellung zu erwecken, daß bloß das Zygotenstadium die Diplophase darstellt. Daran wird sich voraussichtlich auch nichts ändern. Wohl aber war bekannt, daß bei fast allen Siphonocladalen und Siphonalen, sofern deren Ontogenese genauer bekannt ist, die Zygoten, ohne Ausbildung von Karpozoosporen (um mit OLTMANNS zu sprechen), direkt auskeimen. Freilich kann man auch hier theoretisch die Annahme machen, daß in den auskeimenden Zygoten die Reduktionsteilung vor sich geht; doch gesehen wurde dies niemals.

Die Sache stellt sich aber jetzt anders. Schon im Jahre 1925 erschien in Australien eine Arbeit, die in Deutschland erst durch die neue Chromosomenliste von TISCHLER in den „Tabulae biologicae" dem Namen nach

bekannt wurde und nach welcher *Codium tomentosum* diploid sein sollte. Tischler selbst führte diese Angabe begreiflicherweise als noch einer weiteren Bestätigung bedürftig an, zumal ihm damals das Original, das aus der Feder von M. Williams stammt, unbekannt war. Mir ist es gelungen, die Originalarbeit zu sehen, und da kann es keinen Zweifel

Reduktionsteilung von *Cladophora glomerata*. — *A* Frühe Prophase; *B* Synapsis; *C* Diakinese; *D* Anaphase. — Nähere Erklärung im Text

geben, daß die Angaben Williams' auf Richtigkeit beruhen. Danach ist die *Codium*-Pflanze diploid, mit 20 Chromosomen, und die Reduktionsteilung erfolgt in den weiblichen und männlichen Gametangien, so daß die Gametenkerne bloß 10 Chromosomen führen.

Aus den Befunden Williams' an *Codium tomentosum* wie auch aus meinen eigenen an *Cladophora glomerata* ergibt sich, um mich ganz vorsichtig auszudrücken, zumindest der Verdacht, daß möglicherweise die

Siphoneen (Siphonalen und Siphonocladalen), mit Ausnahme der Vaucheriaceen, Diplobionten sind. Dafür sprechen die ganz unabhängig voneinander gemachten Feststellungen von Williams und mir, und dafür scheint mir auch die direkte Auskeimung der Zygoten zu sprechen. Wenn das stimmt (was nur weitere Untersuchungen zeigen können), so stünden wir vor dem merkwürdigen Falle, daß bei der Chlorophyceen gerade solche Typen, welche noch durch eine relativ primitive Sexualität (Isogamie, Anisogamie) ausgezeichnet sind, Diplobionten darstellen, während z. B. die oogamen Vaucheriaceen nach den zytologischen Untersuchungen von Oltmanns und Davis wohl nicht anders denn als Haplobionten aufzufassen sind. Haplobionten sind ebenfalls auch die oogamen Oedogonien und Coleochaeten, doch es wäre gewagt, an der haploiden Natur der isogamen Ulotrichalen zu zweifeln. Das muß auch gar nicht sein. Dagegen wäre es von außerordentlichem theoretischem Interesse, wenn es gelänge, irgendwo im System der Chlorophyceen Übergänge zwischen reinen Haplobionten und reinen Diplobionten, also Formen mit einem antithetischen Generationswechsel, zu finden.

Um nun noch mit ein paar Worten auf *Cladophora* zurückzukommen, so scheint mir dieser Fall noch aus einem anderen Grunde von besonderem Interesse zu sein. Wir wissen, daß bei den Codiaceen z. B. nur Gametangien vorkommen. Mithin stellt der Typus von *Codium tomentosum* nach den Befunden von Williams ein Gegenstück zu *Fucus* dar, d. h. einen Diplobionten mit einer, wenn man gerade will, auf die Gametangien reduzierten haploiden Phase. Diese Alge entspricht also ungefähr dem Oltmannsschen Schema 7, ist aber noch etwas ursprünglicher, weil die Makrogametangien eine größere Anzahl von Gameten erzeugen. *Cladophora glomerata* dagegen hat noch Zoosporangien, ist mithin nach unseren Vorstellungen ursprünglicher als *Codium*. Ich erblicke darin aber einen sehr schönen Beweis für die Homologie zwischen Zoosporangien und Gametangien einerseits, wie auch anderseits für die allmähliche Umwandlung eines Zoosporangiums in ein Gametangium. Wir haben, unterstützt durch die unbestrittene Verwandtschaft zwischen Siphonalen und Siphonocladalen, jenen Fall vor uns, in welchem das Zoosporangium in das Gametangium „aufgeht", unter gleichzeitiger Verlegung der Reduktionsteilung in das letztere. Einen analogen Fall kannten wir bisher nur von den Phäophyceen her und ich habe auf diese Dinge schon in meiner theoretischen Studie über die Phylogenie der pflanzlichen Zelle hingewiesen. Im Falle von *Cladophora* und *Codium* bestätigt sich nun meine theoretische Voraussage neuerdings, wie auch die von mir gestellte Forderung, daß auch die Isogameten genotypisch aufgespalten werden müssen. Ich werde darauf noch in der endgültigen Darstellung meiner Befunde an *Cladophora glomerata* näher zu sprechen kommen.

Wien, Botanisches Institut der Universität, Dezember 1927.

Literaturverzeichnis

Bělař K. Der Formwechsel der Protistenkerne. Ergebn. u. Fortschr. der Zoologie. 1926. **6.**

Davis B. M. Oogenesis in *Vaucheria*. Bot. Gaz. 1904. **38.**

Ernst A. Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918.

Oltmanns F. Morphologie und Biologie der Algen. II. Aufl. 1922/23.

— — Über die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. Flora 1895. **80.**

Schussnig B. Die Kernteilung bei *Cladophora glomerata*. Österr. Bot. Zeitschr. 1923.

— — Die pflanzliche Zelle im Lichte der Phylogenie. Biologia generalis. 1926. **2.**

Tischler G. Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin 1922.

— — Chromosomenzahlen, in Tabulae Biologicae. 1927. **2.**

t'Serclaes J. de. Le noyau et la division nucléaire dans le *Cladophora glomerata*. La Cellule 1923. **32.**

Svedelius N. Alternation of Generations in Relation to Reduction Division. Botan. Gaz. 1927. **83.**

Wettstein R. v. Handbuch der systematischen Botanik. 3. Aufl. 1924.

Williams M. M. Contributions to the Cytology and Phylogeny of the Siphonaceous Algae. I. The Cytology of the Gametangia of *Codium tomentosum* (Stack.). Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 1925.

Besprechungen

Beck-Mannagetta G. Neue Grünalgen aus Kärnten. (Archiv für Protistenkunde, 55. Bd., 1926, S. 173 bis 183, 2 Textabb.).

Enthält die Erstbeschreibung von 22 neuen Arten (und einer neuen Varietät), und zwar hauptsächlich *Desmidiaceae* und *Protococcales*, vorwiegend aus der Umgebung von Villach, teilweise aber auch von alpinen Fundorten. Vertreter einer neuen Sektion ist *Cosmocladium* (sect. *Manodesmus*) *carinthiacum*; Vertreter einer neuen Gattung *Dictyastrum mirabile* (Verwandtschaft ungeklärt, etwas Ähnlichkeit mit *Coelastrum*). E. Janchen (Wien)

Braun-Blanquet J. unter Mitwirkung von **H. Jenny. Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen.** (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im schweizerischen Nationalparkgebiet. (Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Band LXIII, Abh. 2, S. I bis VIII und 181 bis 349.) Zürich, 1926. 4°. Mit 42 Figuren und 36 Tabellen.

Diese Abhandlung, die vierte in der Reihe der „Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des schweizerischen Nationalparks", zerfällt in die zwei Teile: 1. Die alpinen Pflanzengesellschaften von J. Braun-Blanquet und 2. Die alpinen Böden von H. Jenny. Die ihr zugrundeliegenden Studien sind der Hauptsache nach in der alpinen Stufe des Ofengebietes im schweizerischen Nationalparks und in den anstoßenden Gebirgen gemacht worden, die etwa in der Höhe zwischen 2250 und 2900 m dem Klimaxgebiete des Curvuletums angehört. Zum Vergleiche wurden auch Beobachtungen in den Südtiroler Dolomiten herangezogen. Der erste Teil bringt eine sehr gründliche Schilderung von siebzehn in soziologischer Progression angeordneten Assoziationen, von denen die einfachen mehr oder weniger langsam dem Klimax des „Caricion curvulae" zustreben, in bezug auf Organisation, Ökologie, Entwicklung, Bodenbakterien, Verbreitung, Varianten usw. Der zweite Teil umfaßt die vier Kapitel: 1. Bodenreaktion mit pH-Variationskurven der *Carex curvula*, sowie des Curvuletum typicum, Elynetum und Firmetum; 2. Flugstaub; 3. Humus und 4. Bodenbildung (Roh-, Rendzina-, Podzol- und alpine Humusböden).

Als die wichtigsten Ergebnisse ihres grundlegenden Werkes bezeichnen die Verfasser die folgenden: Boden und Vegetation der Alpen sind in fortwährender Umwandlung begriffen, indem sie einem bestimmten Endstadium, dem Boden- und Vegetationsklimax, entgegenreifen. Die Bodenbildung führt im Einklang mit dem perhumiden Klima von basischen und schwachsauren Rohböden zu stark sauren Klimaxböden. Diese Entwicklung ist irreversibel. Die Vegetation bewegt sich gleichsinnig dem Klimax des Caricion curvulae zu, der azidiphilsten Assoziation, die dem stark sauren alpinen Humusboden entspricht. Über Silikatgesteinen wird dieses Endstadium in der Regel, über Kalk nur unter besonders günstigen Umständen erreicht. Der Verlauf der Sukzession besteht in einem Konkurrenzkampfe basiphiler mit

azidiphilen Arten und endet mit dem Siege der letzteren. Die Ökologie der Assoziationen findet durch die Charakterarten und nicht durch die „Steten" ihren besten Ausdruck. Die Minimiareale der Assoziationen können durch die Artarealkurven, ihre Beziehungen zur Bodenreaktion durch die Galtonschen Verteilungskurven ermittelt werden. Die große Bedeutung des Flugstaubes für Vegetation und Bodenbildung wurde experimentell festgelegt. Das Gleichgewicht zwischen Humus-Auf- und -Abbau liegt bei hohem Humusgehalt. Die Entwicklung der alpinen Böden führt nach Erreichung des Rendzina- und Podsolstadiums zwangsläufig zum alpinen Humusboden als Klimax. F. Vierhapper (Wien)

Dillewijn C. van. Die Lichtwachstumsreaktionen von *Avena*. (Proefschrift.) Amsterdam 1927, 581 S.

Im Meinungsstreit über die Berechtigung der Blaauwschen Theorie des Phototropismus bringt die vorliegende Arbeit wichtige Argumente zu deren Gunsten bei. Es wird — und zwar mit überraschendem Erfolge — der Versuch gemacht, aus der Lichtwachstumsreaktion der Vorder- und Hinterseite eines Keimlings (*Avena*-Koleoptilen) die nach der Theorie jeweils zu erwartende, phototropische Krümmung zu errechnen und mit der tatsächlich beobachteten Krümmung zu vergleichen. Die Übereinstimmung ist bei der Schwierigkeit und den unvermeidlichen Fehlerquellen eine durchaus befriedigende. Die reichen Mittel und Erfahrungen gerade auf dem Gebiete der Wachstumsregistrierung, über die das Utrechter pflanzenphysiologische Institut verfügt, kamen dabei dem Verfasser ausnehmend zugute. Die L. W. R. erwies sich bei dieser Gelegenheit als ein aus zwei bis drei Teilreaktionen zusammengesetztes Phänomen. Die lange L. W. R., die schon bei sehr kleinen Lichtmengen (unter 25 MKS.) auftritt, erreicht ihr erstes Minimum resp. Maximum nach ein bis zwei Stunden. Sie tritt nur bei Spitzenbelichtung in Erscheinung. Die dabei anzunehmende Abscheidung wachstumsfördernder Stoffe („Auximone") hängt von der zugeführten Lichtmenge ab. Die kurze L. W. R. macht sich bei Spitzen- und subapikaler Belichtung geltend; sie erfordert größere Lichtmengen (für eine 2 *mm*-Zone 800 bis 8000 MKS.) und führt nach etwa einer halben Stunde zu einem Wachstumsminimum. Ihr entgegengesetzt ist die Dunkelwachstumsreaktion, die bei plötzlicher Verdunklung des vorher einer Dauerbelichtung ausgesetzten subapikalen Teiles beobachtet wird und nach etwa einer halben Stunde den Maximalwert erreicht. Bei totaler Belichtung des ganzen Keimlings während kurzer Zeit überlagern sich diese Partialreaktionen und bestimmen dadurch das jeweilige Bild der phototropischen Krümmung. — Besondere Versuche sind der Frage nach der Abhängigkeit der Permeabilität von der Lichtmenge gewidmet, wobei der Grad der Exosmose mit Hilfe der Leitfähigkeitsmessung ermittelt wird. Es ergab sich eine sehr bemerkenswerte Ähnlichkeit im Verlauf der Permeabilitätskurve und der Kurve der L. W. R. Die verdienstvolle Arbeit stellt einen sehr wesentlichen Beitrag zum Tropismenproblem dar. K. Linsbauer (Graz)

Eriksson J. Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. (Die Pilzkrankheiten der Kulturgewächse, I. Teil.) Zweite, vollständig neubearbeitete Auflage. Stuttgart (Franckh), 1927. 8°. 300 S., mit 151 Textabb. und 3 Farbentafeln.

Gegenüber der im Jahre 1913 erschienenen ersten Auflage hat das Werk an Umfang beträchtlich zugenommen. Die Gesamtanlage ist die

gleiche geblieben, jedoch sind in allen Teilen des Buches, entsprechend den gewaltigen Fortschritten, welche die Phytopathologie und der praktische Pflanzenschutz seither gemacht haben, Erweiterungen, Verbesserungen und tiefgreifende Umarbeitungen zu sehen. Der Wert des Buches, das sich schon früher großer Anerkennung erfreute, hat hiedurch, sowohl für den Wissenschaftler, als auch für den Praktiker ganz bedeutend gewonnen. Wenn auch in erster Linie für Mittel- und Nordeuropa geschrieben, enthält das Buch doch auch manche Angaben über ausländische, z. B. nordamerikanische Krankheiten, die eingeschleppt werden könnten. In manchen Fällen wird auch auf noch ungeklärte Fragen, über welche die Ansichten der Forscher auseinandergehen, kurz eingegangen. Die bekannte Mykoplasma-Theorie des Verf. wird von den Rostpilzen nunmehr auch auf *Phytophthora infestans* (und *Peronospora Spinaciae*) ausgedehnt. Die Abbildungen sind etwas vermehrt, auch manche ältere durch bessere neue ersetzt worden. Von den aus der alten Auflage übernommenen Rasterätzungen haben jedoch viele an Schärfe der Einzelheiten verloren. — Verf. stellt einen zweiten Teil des Werkes in Aussicht, welcher die Pilzkrankheiten der Garten- und Parkpflanzen behandeln soll. E. Janchen (Wien)

Fehse Fr. Einige Beiträge zur Kenntnis der Nyktinastie und Elektronastie der Pflanzen. Planta, Bd. 3, 1927, S. 292 bis 324.

Der Verfasser führt die Untersuchungen von Cremer und Stoppel weiter, wobei er insbesondere an folgende Feststellungen anknüpft: 1. Der den Rhythmus der nyktinastischen Bewegungen bei *Phaseolus multiflorus* mittelbar oder unmittelbar veranlassende Faktor X ist äußerer Natur. 2. Elektrische Felder rufen Störungen der Bewegungen hervor. 3. Der unbekannte Faktor ist wohl elektrischer Natur, ist aber nicht in der Leitfähigkeit der Atmosphäre zu suchen.

Daß die Rhythmik der Tagesbewegungen tatsächlich elektrisch beeinflußbar ist, wird durch Versuche im „Faraday-Käfig" einwandfrei bewiesen. Im vollkommenen Faraday-Käfig werden keine tagesperiodischen Bewegungen mehr ausgeführt, während äußerst schwache elektrische Reize die Reaktion auf den Faktor X erheblich beeinflussen. Im Einklang damit stehen insbesondere auch interessante Versuche im Elbtunnel, bezüglich deren Diskussion auf das Original verwiesen sei. „Die tagesperiodischen Bewegungen werden also verursacht durch einen Außenfaktor, demgegenüber das Gelenk besonders empfindlich ist und dessen Einwirkung durch eine Umhüllung der Versuchspflanze mit elektrisch gut leitendem Material gestört wird. Der Faktor ist also wahrscheinlich elektrischer Natur". Ein zweiter Teil der Arbeit ist dem elektronastischen Verhalten der *Phaseolus*-Gelenke gewidmet. Es sei hier nur hervorgehoben, daß durch elektrische Ströme unterhalb der Schädigungsgrenze schnell verlaufende Reaktionen ausgelöst werden, wobei die Unterseite der Gelenke vom Strom stärker als die Gegenseite betroffen wird und anscheinend die Hauptbahn für den durchfließenden elektrischen Strom darstellt. Von Ergebnissen, die mit dem Hauptproblem in loserem Zusammenhange stehen, scheint dem Referenten namentlich die Tatsache bemerkenswert, daß der Grad der Beweglichkeit der Gelenke mit dem Gehalt an „Statolithen"-Stärke zusammenhängt. Auch Ranken (*Vitis*) ergaben eine Krümmungsbewegung unter dem Einfluß des elektrischen Reizes.

Da eine Beziehung zwischen elektro- und nyktinastischen Bewegungen erwiesen scheint, gewinnt die Anschauung an Sicherheit, daß die Nyktinastie

als Reaktion auf Schwankungen eines stets vorhandenen elektrischen Reizes aufzufassen ist. Als solcher kommt nach dem Verfasser das von der Erde ausgehende elektrische Feld in Betracht, das ein Potentialgefälle von durchschnittlich 300 Volt pro Meter besitzt und ansehnlichen täglichen und jährlichen periodischen Schwankungen unterliegt. Es ist kaum zu bezweifeln, daß die Pflanze auf die beträchtlichen Schwankungen dieses Feldes reagieren muß. Bedarf es noch weiterer Untersuchungen zur Stütze dieser Hypothese, wie der Verfasser selbst hervorhebt, so scheint doch ein sehr bemerkenswerter Gesichtspunkt gewonnen, der das Problem der Nyktinastie und andere Reizerscheinungen aufzuhellen geeignet ist. K. Linsbauer (Graz)

Gams H. Von den Follatères zur Dent de Morcles. Vegetationsmonographie aus dem Wallis. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 15 der pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Bern (Hans Huber), 1927. 8°. XII und 760 Seiten. Mit einer mehrfarbigen Vegetationskarte im Maßstab 1 : 50000, 26 Tafeln und vielen Textfiguren. — Preis Fr. 48,—.

Diese musterhafte Gebietsmonographie bringt die Ergebnisse jahrelanger gründlicher Vegetationsstudien im pflanzenreichsten Teile des Wallis, der sich um das Knie der Rhone bei Martigny gruppiert. Sie bildet sozusagen den speziellen Teil zu des Verfassers bekannten „Prinzipienfragen der Vegetationsforschung" (1918), die als Einleitung zu ihr gedacht waren. Sie gliedert sich in eine die bisherige Erforschung des Gebietes schildernde Einleitung und in die drei Teile: Umwelt, Flora und Vegetation.

Der erste Teil behandelt nach einem geologisch-historischen Überblick mit besonderer Berücksichtigung der postglazialen Geschichte des Gebietes und einer Darstellung seiner heutigen Oberflächengestaltung die physikalischen, chemischen und biotischen Faktoren und unterscheidet als Vertikalstufen der Vegetation die Rhone-Ebene, das Föhren-Eichen- und Buchen-Tannen-Fichtengebiet und die subalpine und alpine Stufe.

Der zweite Teil befaßt sich in knappster Form mit dem Gebiete eigenen bemerkenswerten westlichen, östlichen, nördlichen, alpinen, lokalendemischen und halophytischen Sippen sowie mit solchen des nahen Trienttales, die in ersterem fehlen. Ein vollständiger Florenkatalog konnte Raummangels halber nicht gebracht werden.

Das Schwergewicht ruht auf dem dritten Teil, der auf 568 Seiten die Pflanzenvereine (Synusien) nach Zusammensetzung, Ökologie, Phänologie, Entwicklung, gegenseitigen Beziehungen, Verbreitung usw. zur Darstellung bringt. Er zerfällt in vier Abschnitte, von denen der erste die errante, der zweite die adnate und der dritte die radikante Vegetation behandelt und der vierte einen Überblick über die Korrelationen und Sukzessionen der großen Vegetationseinheiten bietet. In der Aneinanderreihung der zahlreichen Synusien hat sich Verfasser mit Absicht an kein starres Prinzip gehalten. Die errante Vegetation ist nach der Beschaffenheit der Gewässer gruppiert, die adnate nach dem Lebensort in die Nereiden und Epipetrien, die radikante nach den herrschenden Lebensformen in soziologischer Progression in die Hydrophytia (Wasserpflanzenvereine), Helophytia s. l. = Amphikryptophytia (Sumpfvereine, einschließlich Amphiphytia, Schneeboden- und Hochmoorvereine), Geophytia (einschließlich Therophyten- und Kulturvegetation), Hemikryptophytia (Wiesen, einschließlich Hochstauden-, Spalten- und Geröllvegetation), Chamaephytia (Heiden, einschließlich Steppenwiesen und Felsenheiden) und Phanerophytia (Gehölze)

gegliedert. In den Artlisten der Vereine ist eine zehnteilige Skala zur Bezeichnung des Deckungsgrades (Dominanz), teilweise aber auch der Dichte (Abundanz) und Verteilung (Frequenz), verwendet. Auf eine Ausscheidung der Charakterarten wurde der Kleinheit des Gebietes wegen, die in vielen Fällen den Grad der Stenözie nicht zu beurteilen gestattet, meistenteils verzichtet. Der vierte Abschnitt bringt sechs Schemata der topographischen und genetischen Beziehungen der Vereine und Vereinskomplexe in den einzelnen Stufen. Daß es schwierig ist, sich in ihnen zurechtzufinden, entspricht sicherlich den natürlichen Verhältnissen. Die Vegetationskarte und das Panorama auf Tafel XXIV sind über alles Lob erhaben.

F. Vierhapper (Wien)

Handel-Mazzetti H. Systematische Monographie der Gattung *Leontopodium*. (Beih. z. Bot. Zentralbl., Bd. XLIV.) 1927. 8°. 178 S., 2 Taf., 5 Textabb.

Eine auf der Bearbeitung eines reichen Materials beruhende Monographie, in der dem Verfasser eigentümlichen gründlichen und sorgfältigen Art durchgeführt. Ein einleitender Abschnitt behandelt die Morphologie der systematisch wichtigen Organe. Mit großer Schärfe wendet sich Verfasser gegen die Überschätzung der Geschlechtsverteilung durch frühere Autoren, besonders durch Beauverd, dessen System er im allgemeinen ablehnt. Verfasser unterscheidet 41 Arten, darunter mehrere neue, zum größten Teile Ergebnisse seiner Reisen in SW-China. Die reiche Gliederung der Gattung in den Gebirgen Zentral- und Ostasiens tritt in der Bearbeitung verstärkt hervor. In Europa finden sich nur zwei Arten: *Leontopodium nivale* (Ten.) Huet in den Abruzzen, bei Ipek und in Bulgarien, *L. alpinum* in den Alpen, Pyrenäen, Karpathen i. w. S., Apennin, in den Gebirgen der n.-w. Balkanhalbinsel und in Bulgarien. Das verbreitete Märchen von dem Vorkommen des *L. alpinum* in Sibirien wird endgültig erledigt. Die Namen *Leontopodium leontopodioides* und *L. leontopodinum* sind durch die Nomenklaturgesetze bedingte Schönheitsfehler.

R. Wettstein (Wien)

Hofmann Elise. Der Ausdruck optimalen Lichtgenusses im Blattbau der Pflanze. Botan. Archiv, Bd. 18, 1926, S. 288—296, 2 Textabb.

Die Pflanzen eines stark belichteten „Dachgartens" und eines schwach belichteten „Hofgartens" werden vergleichend in ihrer Anatomie untersucht. Es ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede im Bau der Laubblätter (Dicke der Blätter, der Gefäßbündel, Ausbildung der Epidermiszellen, nicht dagegen Zahl der Stomata) und Blütenblätter, wie sie für Schatten- und Lichtblätter ja schon des öfteren beobachtet und beschrieben wurden.

M. Steiner (Wien)

Klein Gustav. Die Elektrizität im Dienste des Gartenbaues. Festschrift der Österr. Gartenbaugesellschaft, Wien 1927, S. 33—53, 18 Textabb.

Die Arbeit, in erster Linie von praktischen Gesichtspunkten aus unternommen, ist durch Methodik und Resultate auch rein wissenschaftlich bedeutungsvoll.

Die Versuche wurden in den Wintermonaten ausgeführt, also zu einer Zeit, wo in unseren Breiten der Praktiker und der experimentelle Forscher sich oft genug über ungenügenden Lichtgenuß des Pflanzenmaterials in Gewächshäusern zu beklagen haben. Die Beleuchtungsanlage, drei 500-Wattlampen, war lediglich zur Nachtzeit (22 bis 6 Uhr) in Betrieb, diente also als Ergänzung der mangelhaften Tagesbeleuchtung. Die Beleuchtungsintensität

aller einzelnen Stellen des Versuchsraumes war durch genaue Photometrierung festgelegt und ist aus den der Arbeit beigefügten Tabellen zu entnehmen, ebenso sind daselbst alle genauen technischen Angaben und Berechnungen nachzulesen. Die Betriebskosten der Anlage sind recht gering.

Als Versuchsmaterial dienten einerseits Keimpflanzen und Stecklinge, anderseits zum Teil frühgetriebene Stauden und Zwiebelgewächse. In allen Fällen wurden positive und vielfach überraschend gute Resultate erzielt. Das Bildmaterial der Arbeit veranschaulicht die Erfolge vielleicht am besten. Nur einige Beispiele: *Antirrhinum*-Pflanzen zeigten nach dreißigtägiger Behandlung gegenüber den Kontrollen einen Vorsprung im Frischgewicht von 1400% (!), Salat 740%, Rettich 270%. Ähnlich günstige Resultate bei *Begonia*, *Cyclamen*, *Lathyrus*, *Nicotiana*, Gurken, *Coleus*, *Achyranthes*, *Ageratum*, *Salvia splendens* u. a. Bei Stauden und Zwiebelgewächsen fällt nicht nur das bedeutend raschere Austreiben der Blüten, sondern auch deren größere Zahl, gleichmäßigeres Aufblühen, bessere Durchfärbung usw. auf. Flieder, Azaleen, *Prunus*, Rosen, Orchideen, Tulpen, Hyazinthen, Maiglöckchen, *Hippeastrum* usw. zeigen gegenüber unbehandelten, sonst gleichen Kontrollexemplaren einen Vorsprung in der Blütezeit von mindestens acht bis vierzehn Tagen, abgesehen von den qualitativen Vorteilen.

Das oft erörterte und experimentell in Angriff genommene Problem der Pflanzenkultur bei künstlichem Lichte scheint durch diese Untersuchungen einer endgültigen, Theoretiker und Praktiker gleichermaßen befriedigenden Lösung zugeführt. M. Steiner (Wien)

Meinecke Th. d. J. Die Kohlenstoffernährung des Waldes. Berlin (Springer), 1927, 176 S., 22 Abb. u. 26 Tab.

Verfasser hat sich zum Ziel gesetzt, die endlich für Theorie und Praxis als gleich wichtig erkannte Standortslehre um die Kenntnis eines Faktors, nämlich des Kohlenstoffhaushaltes und dessen Beeinflussung durch alle anderen verändernden Faktoren zu bereichern.

Verfasser betont grundlegend die begrenzende Wirkung des Kohlensäuregehaltes auf das Pflanzenwachstum und die sich daran anschließenden Theorien, ebenso die überragende Bedeutung der durch Mikroben im Boden gebildeten Kohlensäure für die Assimilation.

Daran schließen sich die Methoden zur Bestimmung der CO_2 im Boden und in der Luft und die Ergebnisse seiner umfangreichen Messungen. Im weiteren Teil wird anschließend an die maßgebenden Versuche Lundegårdhs, Stålfelts usw. die Frage der Zuwachssteigerung der Pflanzen durch CO_2-Steigerung mit vielen Belegen positiv erhärtet und die Wirkung aller anderen Standortsfaktoren wie der waldbaulichen Maßnahmen auf den Kohlenstoffhaushalt des Bestandes geprüft.

Die Ergebnisse der praktischen, exakten Messungen im freien Bestand sind für Botanik und Forstwirtschaft gleich interessant. G. Klein (Wien)

Ripper August. Vorlesungen über theoretische Mikrobiologie. Berlin (Springer), 1927. 163 S.

Das Buch ist, da ja gute Handbücher vorliegen, als übersichtliche Einführung in die Physiologie der Mikroben, speziell der Bakterien und Pilze gedacht, als Leitfaden für Vorlesung und Praktikum zum Gebrauch für Studierende.

Als solcher ist es entschieden vollwertig und erwünscht, da eine grund-

legende Einführung der studierenden Biologen in die chemische Physiologie dringend nötig ist. Es wird aber auch vielen anderen als reichhaltiger, übersichtlicher Führer in das reizvolle Gebiet der überaus mannigfaltigen, stoffbeherrschenden Stoffwechseltätigkeit der Mikroben sehr erwünscht und wertvoll sein.

G. Klein (Wien)

Schnarf K. Embryologie der Angiospermen. (Linsbauers Handbuch der Pflanzenanatomie, II. Abt., 2. Teil.) Berlin (Bornträger), 1927. 8°. 192 S., 20 Textabb.

Eine sehr sorgfältige, die Literatur und eigene Untersuchungen verwertende Darstellung über den männlichen und weiblichen Gametophyten der Angiospermen und dessen Entwicklung. Die Besprechung des weiblichen Gametophyten reicht bis zur Darstellung der Embryosacktypen, wird also in einem weiteren Teile fortgesetzt. Bei der außerordentlichen Ausdehnung der embryologischen Spezialliteratur wird diese Zusammenfassung allen Fachmännern sehr willkommen sein. Verfasser nimmt, dem Zwecke des Buches entsprechend, im allgemeinen eine referierende Stellung ein, ohne aber im einzelnen von einer Diskussion und Stellungnahme in kontroversen Fragen abzusehen. Sehr wertvoll sind die Zusammenstellungen der embryologischen Befunde bei den einzelnen Familien, darunter finden sich solche, die dem Referenten aus anderen Werken nicht bekannt sind, so die Zusammenstellung über die Entwicklung des Archespors auf Seite 73 bis 92.

R. Wettstein (Wien)

Schneider C. Wintergrüne Gärten in Mitteleuropa. Festschrift d. Österr. Gartenbaugesellschaft, Wien 1927, S. 112—119.

Der Aufsatz bringt eine Aufzählung und Beschreibung zahlreicher wintergrüner Gewächse, die — vielfach entgegen der verbreiteten Meinung — in Mitteleuropa nach eigener Erfahrung des Verfassers durchaus winterhart sind und für gärtnerische Verwertung bestens empfohlen werden können.

M. Steiner (Wien)

Stoklasa J. Biochemische Methoden auf dem Gebiete des Pflanzenhygiene. (Abderhalden E., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. IX, Teil 3, H. 6, Lfg. 243, 1927, S. 866 bis 986.)

In der umfassenden Abhandlung wird ein übersichtliches Bild der als Rauchgase (Abgase von Fabriken) für das Pflanzengedeihen in Betracht kommenden Verbindungen (Schwefeldioxyd, schweflige Säure, Schwefelsäure, Fluorwasserstoff- und Chlorwasserstoffsäure), ihre Wirkung auf die Pflanze und sämtliche Methoden zu ihrer qualitativen und quantitativen Bestimmung in Luft, Boden und Pflanze gegeben. In Anbetracht der immer mehr überhandnehmenden Schädigung von Pflanzenbeständen durch Fabriksabgase hat diese Zusammenstellung einen besonderen, praktischen Wert.

G. Klein (Wien)

Walter H. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena (Gustav Fischer), 1927. 8°. XII und 458 Seiten, mit 170 Textabb. und 4 Karten. — Preis RM 22,—, geb. RM 24,—.

Die Geobotanik hat in letzter Zeit auf verschiedenen Wegen so große Fortschritte gemacht, daß es freudig zu begrüßen ist, wenn einmal diese Ergebnisse, sei es nun im allgemeinen oder, wie es H. Walter hier für Deutschland getan hat, für ein bestimmtes Gebiet zusammengefaßt werden. Verfasser hat es in seinem anregend geschriebenen und reich illustrierten Buche

trefflich verstanden, neben dem Althergebrachten das in den Vordergrund zu stellen, was gerade heute im Flusse ist. Gegen die Gliederung und Anordnung des Inhaltes in die vier Hauptteile: 1. Floristische, 2. Ökologische, 3. Historische Pflanzengeographie und 4. Pflanzensoziologie oder Vegetationsforschung könnte jemand einwenden, daß es vielleicht besser gewesen wäre, den dritten Teil vor den zweiten zu stellen, weil dadurch die historische Pflanzengeographie unmittelbar auf die floristische gefolgt wäre, der sie ja, wie Verfasser selbst zugibt, sehr nahe steht, und Auto- und Synökologie sich aneinandergeschlossen hätten.

Im ersten Teil werden an Hand einer Reihe gut ausgewählter Karten das Wesen der Areale, die floristische Stellung der Pflanzenwelt Deutschlands, die Florenelemente des Gebietes und die Ursachen der Pflanzenverbreitung behandelt. Die Reliktenfrage wird im Sinne der klassischen Lehre beantwortet. Unrichtig ist die Angabe (S. 12, 54), daß *Rhododendron ponticum* in den Pyrenäen vorkommt. — Sehr gut gelungen ist der zweite Teil, der vom Standpunkte des experimentellen Ökologen aus die Faktoren betrachtet; besonders originell der Abschnitt über das Wasser mit entsprechender Verwertung der bekannten eigenen Untersuchungsergebnisse des Verfassers über den Wasserhaushalt der Pflanze und das Xerophytenproblem, das ja heute in einem ganz neuen Lichte erscheint; und vorbildlich klar die Darstellung der Bodenaziditätsverhältnisse im Kapitel über den Boden. Nicht beipflichten kann Referent dem Verfasser, wenn er *Pinus montana* und *Alnus viridis* als vikariierende Arten bezeichnet. — Im historischen Teil neigt Verfasser, was die allgemeinen Voraussetzungen anlangt, der Theorie Wegeners zu und stützt sich auf Pencks Eiszeitlehre. Quartär und Postglazialzeit stehen bei weitestgehender Berücksichtigung der Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung mit Recht im Vordergrunde der Schilderung. Für die „geschichtliche Zeit" sind die Werke Hoops' und Hausraths nach Gebühr verwertet. — Dem vierten, pflanzensoziologischen Teil ist der größte Raum gewidmet. In bezug auf den Assoziationsbegriff steht Verfasser auf dem Standpunkte der schweizerisch-französischen Schule, schätzt jedoch die Bedeutung der „Treue" nicht so hoch ein wie diese. Das dynamische Moment ist stark in den Vordergrund gerückt. Auf ihm beruht auch die nach Ansicht des Referenten sehr glückliche Anordnung der Formationsgruppen zu drei Serien, innerhalb derer in soziologischer Progression die geschlossenen Formationen auf die offenen und die anthropogenen auf die natürlichen folgen. Die erste beginnt mit den Süßwasserformationen und führt über Flachmoor, Bruch- und Auwald und Hochmoor zu den Zwergstrauchheiden, die zweite umfaßt, vom Meere ausgehend, die Salzpflanzen- und Dünenformationen, die dritte leitet vom nackten Gestein aus der Reihe nach zu den Gesteinsformationen, „Steppenheiden", Wäldern und Wiesen und endet mit den Kulturformationen. Leider wurde auf die Gesellschaften der Regio alpina nicht eingegangen, obwohl doch Deutschland an ihr im Süden fast ebenso großen Anteil hat wie im Norden an den Meeresküsten. Daß die in einem Lande wie Deutschland so übermächtigen kulturellen Einflüsse, denen namentlich die Wälder und Wiesen ausgesetzt sind und die Kulturformationen ihre Entstehung verdanken, sorgfältigste Behandlung erfahren haben, verdient anerkennend hervorgehoben zu werden. Die als Reaktion gegen die Folgen der Kultur bestehenden Bestrebungen zum Schutze und zur Erhaltung noch vorhandener ursprünglicher Formationen kommen genügend zu Worte, und ein von K. Hueck verfaßtes Verzeichnis der botanisch bemerkenswerten Naturschutzgebiete Deutschlands bildet den Abschluß des schönen Werkes, das gewiß viel und gute Schule machen wird. F. Vierhapper (Wien)

Wettstein Richard. Die Geschichte einer Gartenpflanze. Festschrift d. Österr. Gartenbaugesellschaft, Wien 1927, S. 132—137.

Ein Überblick über die schrittweise Aufklärung der Herkunft und Entstehung der Gartenprimel, *Primula hortensis*.

Der Zusammenhang zwischen dieser Gartenpflanze und der in den Tiroler Alpen verbreiteten *Primula pubescens* (*Primula auricula* × *Primula hirsuta*), erstmalig von Clusius 1583 vermutet, wurde von Kerner 1875 höchst wahrscheinlich gemacht. Der endgültige Beweis wurde vom Verfasser selbst geliefert. Die Deszendenz von selbstbefruchteter *Primula hortensis* zeigte ähnliche Farbenmannigfaltigkeit wie *Primula pubescens* am natürlichen Standorte, ferner auch einige Individuen, welche der Ausgangsart *P. hirsuta* vollständig glichen. Die Unterschiede zwischen Kultur- und Stammpflanze (Größe und Üppigkeit aller Organe bei ersterer) wurden durch zytologische Untersuchung aufgeklärt. *Primula hortensis* zeigt eine wesentlich erhöhte Chromosomenzahl, ist also als Gigasform der *Primula pubescens* zu deuten.

M. Steiner (Wien)

Wolff H. *Umbelliferae-Apioideae-Ammineae-Carinae, Ammineae novemjugatae* et *genuinae*. (Engler A. Das Pflanzenreich. IV. 228.) 8°. 398 S., 26 Fig.

Das vorliegende stattliche Heft enthält wieder einen großen Teil der Umbelliferen-Bearbeitung in der für das ganze Werk charakteristischen monographischen Behandlungsweise. Von den Umbelliferen sind demnach bisher erschienen: Die *Saniculoideae*, von den *Apioideae* die *Ammineae heteroclitae* (*Bupleurum, Trinia* u. Verw.) und jetzt ein großer Teil der übrigen *Ammineae*. Der vorliegende Teil ist besonders wertvoll, da er eine Gruppe umfaßt, die gerade in den letzten Jahrzehnten durch neue Gattungen und Arten eine starke Erweiterung erfahren hat. Referent kann dem Verfasser nur zustimmen, wenn er dem Beispiele Caruels und Calestanis nicht folgte und daher nicht Gattungen von zu großem Umfange unterschied. Von wichtigeren Gattungen, deren Bearbeitung das vorliegende Heft enthält, seien erwähnt: *Apium, Sison, Cicuta, Petroselinum, Ammi, Carum, Bunium, Pimpinella, Sium*. Für die Benützung der Umbelliferen-Hefte ist es erschwerend, daß nicht am Beginne derselben eine Übersicht der systematischen Einteilung gegeben wurde.

R. Wettstein (Wien)

Ziegler A. und Branscheidt P. Pollenphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobstsorten in Bayern und ihre Bedeutung für den Obstbau. Berlin (P. Parey), 1927. 8°. 104 S., m. 4 Tafeln.

Wie in Nordamerika, Schweden, Holland, England, der Schweiz und Österreich Pollenuntersuchungen an Obstsorten gemacht wurden, so sind nun auch in Deutschland derartige Untersuchungen begonnen worden. Das vorliegende Buch hat es, wie die Verfasser selbst sagen, mehr mit vorbereitenden Arbeiten zu tun, die eine genaue Fragestellung für die kommenden Jahre erst ermöglichen.

E. Zederbauer (Wien)

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Fünfte internationale pflanzengeographische Exkursion

Die fünfte internationale pflanzengeographische Exkursion findet im Juli und August d. J. statt und erstreckt sich auf die Tschechoslowakei und Polen. Zusammenkunft am 2. Juli in Prag. Der erste Teil der Exkursion führt durch Zentralböhmen, das Böhmische Mittelgebirge und das Riesengebirge, dann durch Mähren in die Slowakei und endet in der Tatra. Der zweite Teil führt durch die polnische Tatra, die Pieninen und Beskiden nach Krakau, dann nach Warschau und in den Bialowiesza-Wald. Auskunft durch Prof. Dr. Karel Domin in Prag oder Prof. Dr. Wlad. Szafer in Krakau.

Institut international d'Agriculture

Rom, Dezember 1927.

Prof. N. I. Vavilov (Leningrad) unterbreitete der Kommission für Vererbungslehre und Saatzucht des Wissenschaftlichen Beirates am Internationalen Landwirtschafts-Institut einen ausführlichen Bericht über die Durchführung und die bisherigen Resultate der auf breiter Grundlage durchgeführten geographischen Versuche über die Variabilität der Kulturpflanzen in Rußland.

Angesichts der Tatsache, daß die morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Pflanzen das Resultat der Wechselbeziehungen zwischen ererbter Anlage und Umwelt sind, ist das genaue Studium des Einflusses der Umweltbedingungen auf die Eigenschaften der Pflanzen von größter praktischer Bedeutung. Es handelt sich darum, festzustellen, in welchen Gebieten man mit bestimmten Pflanzenarten und bestimmten Pflanzensorten die höchsten Erträge und die beste Qualität erzielen kann.

Das ungeheuer große Gebiet der Sowjetrepublik, die sich vom 24. bis 132. Grad östlicher Länge und vom Polarkreis bis zum 37. Grad nördlicher Breite erstrekt, ermöglichte es, die Eigenschaften derselben Pflanzenarten und Pflanzensorten unter äußerst verschiedenen klimatischen Bedingungen zu untersuchen.

Das russische Institut für angewandte Botanik, dessen Leiter Prof. Vavilov ist, führte nun in zahlreichen Versuchsstationen auf Grund eines einheitlichen, vom besagten Institut aufgestellten Programmes Versuche mit 33 Pflanzenarten, die durch 185 Sorten vertreten waren, aus und lieferte den einzelnen Stationen das notwendige Saatgut, wobei es sich bei den autogamen Pflanzen um reine Linien, bei den andern um möglichst einheitliche Sorten handelte.

Die einzelnen Stationen, deren Zahl im Jahre 1923 25, im Jahre 1927 11 betrug, waren über das Gebiet der Sowjetrepublik so verteilt, daß das ganze Versuchsnetz die extremsten klimatischen und die extremsten Bodenbedingungen der Republik einschloß.

Die Hauptaufgaben, die man sich bei Inangriffnahme dieser Versuche stellte, waren folgende:

1. Bestimmung der Regelmäßigkeiten in der Variabilität einer Reihe von morphologischen Merkmalen bestimmter Pflanzen hinsichtlich der geographischen Faktoren;

2. Bestimmung der Variabilität der Vegetationsperiode, der Dauer der Ährenbildung, der Blüte usw.;

3. Bestimmung der Regelmäßigkeiten in der Variabilität der chemischen Zusammensetzung der Kulturpflanzen usw., insbesondere hinsichtlich der wichtigsten Bestandteile des Kornes u. dgl.

Obwohl von endgültigen Resultaten angesichts der Schwankungen der Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr und der Zufälligkeiten, mit denen bei Freilandsversuchen stets gerechnet werden muß, nach so wenigen Versuchsjahren nicht die Rede sein kann, sind doch aus den bisherigen Resultaten, die der Verfasser in Tabellenform bringt, schon heute ganz deutlich die allgemeinen Gesetze der Variabilität und gewisse Regelmäßigkeiten zu erkennen.

In bezug auf die Dauer der Vegetationsperiode konnte der Verfasser sämtliche Arten und Sorten, mit denen die Versuche angestellt wurden, in zwei Gruppen einteilen. Die einen, und zwar Hirse, Pferdebohne, Sojabohne, Mais, Sorghumhirse, Rizinus, Sesam, Baumwolle usw., weist, je weiter sie von Norden nach Süden kommt, eine um so kürzere Vegetationsperiode auf. Zu den Pflanzen, deren Vegetationsperiode um so länger wird, je weiter südlich sie wachsen (die Pflanzen der langen Tage, wie sie der Verfasser nennt) gehören: die meisten Getreidearten, die meisten Hülsenfruchter und Kreuzblütler sowie der Mohn. Diese Resultate stehen in ganz auffallender Weise in Zusammenhang mit den Herkunftszentren, die Vavilov in seiner grundlegenden Arbeit über die Herkunft der Kulturpflanzen (Bull. of Appl. Botany, XVI, 1926; ausführliche Zusammenfassung in deutscher Sprache: Internationale Agrikultur-Wissenschaftliche Rundschau, Rom, N. F., Bd. II, 1926, Nr. 4, S. 1002ff.) festgestellt hat. Zu den „Pflanzen der kurzen Tage" gehören nämlich vorwiegend solche, die auf Grund der Herkunftsbestimmung aus subtropischen und tropischen Gebieten stammen, jene der „langen Tage" sind hauptsächlich Pflanzen, deren Herkunftsgebiet in Gebirgsgegenden südlicher Länder oder im gemäßigten Klima liegt.

Bezüglich der Größe (Höhe) der Pflanze als morphologisches Merkmal konnte der Verfasser einwandfrei feststellen, daß die Höhe der Pflanzen von Norden nach Süden abnimmt. Es war nicht selten, daß die Pflanzen ein und derselben reinen Linie im Süden nur halb so hoch wurden, wie in den nördlichen Stationen. Eine weitere Regelmäßigkeit lag darin, daß die Höhe der Pflanzen mit Verminderung der Niederschlagsmenge abnahm.

Hinsichtlich der Ährenfarbe konnte der Verfasser feststellen, daß das rote Pigment der Ähren von Norden nach Süden, das schwarze Pigment von Süden nach Norden auffallend blasser wird.

Das Leningrader Institut berücksichtigte bei seinen Versuchen bisher nur einzelne morphologische und chemische Pflanzeneigenschaften. In Zukunft sollen die Versuche auf breiterer Basis durchgeführt und dem Institut für angewandte Botanik in Leningrad zu diesem Zweck ein physiologisches Laboratorium angegliedert werden, das die Aufgabe haben wird, im Rahmen dieser geographischen Versuche den Einfluß einiger Faktoren, wie Licht, Feuchtigkeit, Temperatur, Boden und Luft auf die physiologischen Eigenschaften der Pflanzen zu untersuchen.

Botanikertagung in Bonn a/Rh. Pfingsten 1928

In der Zeit vom 29. Mai bis 3. Juni findet in Bonn die Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft gemeinsam mit der Vereinigung für angewandte Botanik und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik statt.

Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.

Neuere Exsikkatenwerke

Herbarium Asiae mediae, ab Universitate Asiae mediae editum. Fasc. XI—XIII (Nr. 251—325). Taschkent, 1927.

Magnusson A. H., *Lichenes* selecti Scandinavici exsiccati. Fasc. I (Nr. 1—25). Goeteborg, November 1927.

Petrak F., Mycotheca generalis. Cent. I. Mährisch-Weißkirchen, 1928.

Podpěra J., Flora exsiccata reipublicae Bohemicae Slovenicae, edita ab Instituto Botanico Universitatis Brno. Cent. III. Brünn (Mähren), 1928.

Rosenstock E., *Filices* exoticae exsiccatae. — Dieses durch den Weltkrieg unterbrochene Exsikkatenwerk soll von jezt ab wieder fortgesetzt werden. Die Ausgabe erfolgt nur mehr nach Auswahl aus Listen, welche auf Wunsch vom Herausgeber, Professor Dr. Eduard Rosenstock, Gotha (Thüringen), Schelihastraße 4, zu beziehen sind.

Notiz

Ab 1928 wird im Verlage Julius Springer (Berlin) eine neue Zeitschrift erscheinen: **Die Gartenbauwissenschaft,** herausgegeben von W. Gleisberg, L. Linsbauer, Fr. Muth, A. Osterwalder, J. Stockhausen.

Die Zeitschrift soll folgende Pflanzenbauzweige umfassen: Obstbau, Gemüsebau, Gehölzzucht, Blumenzucht, Weinbau, Hopfenbau, Tabakbau, Drogenpflanzenkultur, tropische Pflanzenkultur.

Alle Fortschritte in der wissenschaftlichen Bearbeitung dieser Pflanzenbauzweige sollen in Originalaufsätzen und in einer Literaturübersicht über die gartenbauwissenschaftlichen Neuerscheinungen in allen Ländern unter folgenden Gesichtspunkten Behandlung finden: Allgemeine Physiologie einschließlich Blütenbiologie, Ernährungsphysiologie einschließlich Bodenbearbeitung und Düngung, Züchtung, Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Abstammung der gärtnerischen Kulturpflanzen einschließlich Morphologie, Systematik und Pflanzengeographie usw.

In einer besonderen Rubrik soll über einschlägige Tagungen und Kongresse berichtet werden. Weitere Rubriken behandeln mehr praktische Fragen.

Schriftleitung für den Originalienteil: Professor Dr. W. Gleisberg, Pillnitz a. d. Elbe bei Dresden, Inst. f. gärtn. Botanik u. Pflanzenzüchtung; Schriftleitung für den Referatenteil: Dr. J. Stockhausen, Oberregierungsrat a. D. Berlin W 9, Linkstraße 23—24.

Personalnachrichten

Regierungsrat Dozent Dr. August Ginzberger ist Mitte Dezember 1927 von seiner Forschungsreise nach Brasilien nach Wien zurückgekehrt.

Dr. Josef Kisser hat sich an der Universität Wien für Anatomie und Physiologie der Pflanzen habilitiert.

Privatdozent Dr. Bruno Schussnig (Wien) erhielt vom International Education Board (New York) ein Rockefeller-Stipendium für einen 9monatigen Studienaufenthalt (Februar bis Oktober 1928) an der Zoologischen Station in Neapel.

Professor Dr. Walter Gleisberg wurde zum Leiter des neuen Institutes für gärtnerische Botanik und Pflanzenzüchtung sowie der Hauptstelle für Pflanzenschutz an der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Pillnitz a. d. Elbe bei Dresden ernannt.

Dr. Siegfried Lange hat sich an der Universität Greifswald für Botanik habilitiert.

Dr. Ernst Schreiber, bisher Assistent für Botanik an der Biologischen Anstalt auf Helgoland, wurde zum Kustos daselbst ernannt.

Dozent Dr. Ernst Gäumann (Zürich) wurde als Nachfolger von Professor Dr. C. Schröter zum Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums am eidgenöss. Polytechnikum in Zürich ernannt.

Der außerordentliche Professor Dr. Karl Boresch wurde zum ordentlichen Professor für Agrikulturchemie und landwirtschaftlich-chemische Technologie an der Landwirtschaftlichen Abteilung der Prager Deutschen Technischen Hochschule in Tetschen-Liebwerd ernannt.

Der außerordentliche Professor Dr. Rudolf Dostál wurde zum ordentlichen Professor der Botanik an der Tierärztlichen Hochschule in Brünn ernannt.

Dr. Thore Fries, bisher Dozent an der Universität Upsala, wurde als Nachfolger von Prof. Dr. Svante Murbeck zum Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Institutes der Universität Lund (Schweden) ernannt.

Prof. Dr. J. Pavillard (Montpellier) wurde an Stelle des in den Ruhestand getretenen Professors Dr. Charles Flahault zum Direktor des Botanischen Gartens und Institutes der Universität Montpellier ernannt.

Prof. Dr. Wasily G. Alexandrow, bisher Professor an der Universität Tiflis, ist an das Pflanzenphysiologische Laboratorium in Tomsk (Sibirien) übergesiedelt.

Gestorben: Dr. Alexander Henckel, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in Perm, am 9. April 1927; Ludwig Glaab, Leiter des Botanischen Gartens in Salzburg, am 6. Jänner 1928 im 70. Lebensjahr.

Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Erwin Janchen, Wien III, Ungargasse 71. — Herausgeber: Prof. Dr. Richard Wettstein, Wien III, Rennweg 14. — Eigentümer und Verleger: Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4. — Manzsche Buchdruckerei, Wien IX.